SCHARFF

125
cat

Mineral.
1^{25}

Herrn G. Seligmann

zu freundlicher Erinnerung

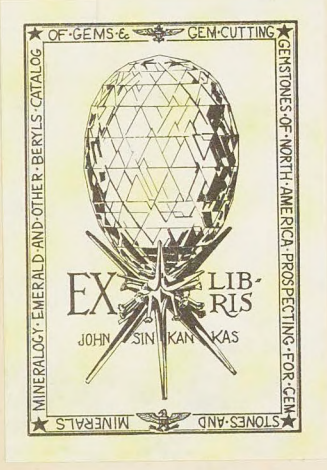
Hochachtungsvoll

der Verfasser

TREPPEN- UND SKELETTBILDUNG

EINIGER

REGULÄREN KRYSTALLE.



VON

DR. **FRIEDRICH SCHARFF.**

MIT DREI TAFELN.

Abdruck a. d. Abhandlungen d. Senckenbergisch. Gesellsch. XI. Bd.

FRANKFURT A. M.
CHRISTIAN WINTER.
1878.

Treppen- und Skelettbildung einiger regulären Krystalle.

Von

Dr. **Friedrich Scharff.**

Mit drei Tafeln.

In dem interessanten Aufsatze: *Sulla poliedria delle facce dei cristalli* machte Prof. A. Scacchi die Bemerkung, dass bei Anwendung des Reflexionsgoniometers spiegelnde Krystallflächen oft zwei oder mehr Bilder geben welche wenig von einander abstehen. Er schliesst daraus dass die Kantenwinkel derselben Flächenart dann nicht genau übereinstimmen, sondern an Grösse um Weniges verschieden sein müssten. Entweder seien solche Erscheinungen den Fundamentalgesetzen der Krystallographie entgegen, oder jede Würfelfläche des Flussspaths könne ihre Lage nach den vier Richtungen solcher Facetten ändern. Scacchi schliesst sich dieser letzteren Anschauung an.

Es war natürlich dass diese Auffassung der bezeichneten Thatsache bei der krystallographischen Behandlung der Krystallkunde auf Widerspruch stossen musste. Eine Krystallfläche kann nur eine bestimmte, nur eine einzige Lage oder Richtung haben; ändert sie sich in der Richtung von zwei oder mehr Zonen, dann sind es entweder zwei verschiedene Flächen, oder aber es ist dies keine Fläche welche die Krystallographie zu beachten hat, sie ist nicht eben, nicht stetig, gleichmässig erfüllt. Es war ganz consequent was Herr M. Websky in dem Aufsatz »über die Streifung der Seitenflächen des Adulars« (Zeitschrift der D. Geol. Ges. 15) bemerkte, dass es dem mathematischen Begriff einer Fläche widerspreche, dieser die Eigenschaft beizumessen, ihre Lage verändern zu können; es sei in diesem Falle das Auftreten verschiedener Flächen zu constatiren.

Allein damit waren die Bedenken Scacchi's nicht beseitigt, es zeigte sich dass die Schwierigkeit des Verständnisses in der Unklarheit liegt welche über den Krystallbau überhaupt noch besteht. Was Scacchi abgelehnt hatte — die Veranlassung einer verschiedenen

Flächenlage zu erklären — das wurde jetzt verlangt; wir sollen prüfen ob die Abweichung der Neigungsverhältnisse gewisser Flächen ihren Grund habe in einer analogen Abweichung der inneren Structur der Krystalle, oder ob es eine reine Oberflächen-Erscheinung sei. Was wissen wir denn von der inneren Structur der Krystalle? Einige wenige Resultate und Ergebnisse liegen uns vor, aber das Wesen selbst ist uns noch durchaus unverständlich. Die Bezeichnung: »vicinale Fläche« ist nur ein neues Wort, von anderer Seite ist die Bezeichnung »Uebergangsfläche« vorgeschlagen worden. Diese Verschiedenheit der Auffassung bezeichnet den verschiedenen Standpunkt auf welchem die Forscher stehen, oder von welchem aus sie die Krystalle betrachten, die eine giebt aber so wenig wie die andere Aufschluss über die Structur der Krystalle oder die Art und Weise wie man sie zu prüfen habe. Bei dem gerundeten Braunspath ist wol eine Störung der bauenden Thätigkeit zu vermuthen, es äussert sich dieselbe aber nicht in polyëdrischem Vortreten der Flächenbildung; die Structur des Kalkspaths birgt noch weit mehr ungelöste Räthsel; in Betreff des elektrischen Verhaltens desselben allein werden zwei Hauptgruppen geschieden, zwischen beiden finde nach den Beobachtungen von Hankel vollständiger elektrischer Gegensatz statt.

Diese Schwierigkeit die Structurverhältnisse der Krystalle zu prüfen hat es wol im Gefolge gehabt, dass man eine solche Prüfung überhaupt kaum vornimmt. Es werden äusserlich auf den Krystallflächen vortretende Zeichnungen als »Oberflächen-Erscheinungen« bezeichnet; als Gegensatz dient gewöhnlich das zwillingische Durchwachsen. Es ist dies aber keine richtige Gegenstellung. Der äusserlich ungeregelt sich darstellende Bau wird stets durch Störung der bauenden Thätigkeit bedingt, sei es dass diese Störung von einem anderen Individuum ausgehe, oder von allzureichlich gebotener, oder von fremdartiger Substanz, dass sie durch die Temperatur bedingt sei, oder durch irgend eine andere Veranlassung. Auch durch die Zwillingsbildung ist meist eine Störung des geregelten Baues herbeigeführt, wie solche in der polyëdrischen Erhebung der Würfelflächen des Cumberlander Flussspaths sich zeigt. Derartige Erscheinungen sind keineswegs als Zufälligkeit zu bezeichnen, es besteht ein innerer Zusammenhang zwischen der Anlage des Krystallbaues und den Zeichnungen oder Unregelmässigkeiten auf den Flächen des mangelhaft vollendeten Krystalls. Auf den sogenannten Contactflächen oder Behinderungsflächen ist die Störung von aussen eine so überwiegende, dass der Krystall nicht vermocht hat nur einigermassen dem gesetzlichen Bau entsprechende Flächen herzustellen. Es verdienen diese Flächen wol eine ganz besondere Bearbeitung, da sie durchaus nicht ganz beliebige krumme Flächen sind.

Ist eine Erhöhung der Flächen bestimmt begrenzt und messbar, so ist sie wol nicht als

Polyëdrie aufzufassen, sie ist krystallographisch zu deuten und zu bezeichnen. Mit äusserlicher Missbildung der Flächen ist nicht selten eine ungleiche Ausbildung der entsprechenden Winkel verbunden, eine sogenannte Verzerrung der ganzen Gestalt. Strüver, Pyrit p. 34. 38, bringt die Polyëdrie auch mit der Streifung in nähere Verbindung, er gedenkt dabei p. 40 der Mannigfaltigkeit des Reflexes derselben Fläche; selten erhalte man, besonders von der Pentagondodecaëderfläche ein einziges Bild reflectirt.

Bis auf die neueste Zeit liefert uns die mineralogische Literatur die grösste Mannigfaltigkeit von Vorstellungen in welcher Weise die »Attraction der Molecüle« vor sich gehe. Mehrere im einspringenden Winkel sich berührende Bruchflächen sollen die Anziehungskraft verstärken, im einspringenden Zwillingswinkel sei dies aber nicht der Fall; weiter sollen Eisblumen und Skelettbildungen vorwiegend in der Richtung ihrer Spitzen wachsen; dann wieder soll die Attractionskraft der Krystalle am stärksten sein in der Richtung einer längsten Axe, es strahle von dem Ende einer Krystallnadel eine Anziehung »gleichsam aus«, im Krystall-Ende concentrire sich die anziehende Wirkung der ganzen Nadel. Es möchte einigermassen schwer fallen, solche Ansichten mit den Gesetzen welche die Physik über Anziehungskraft aufgestellt hat, in Einklang zu bringen. Nach denselben ist nicht nur die Masse, auch die Entfernung zu berücksichtigen.

Weit grösser noch ist die Freiheit welche man neuerdings sich gestattet, die Gestalt der Molecüle zu bestimmen, die sogenannten Krystallelemente sich zuzuschneiden, wie man sie gerade bedarf. Selten, dass ein Forscher deshalb Bedenken äussert. In der ausgezeichneten Strüver'schen Arbeit über den Pyrit sucht der Verfasser sich Rechenschaft zu geben über die Veranlassung welche einer verschiedenen Ausbildung der Krystalle zu Grunde liege. Warum — so fragt er ganz richtig — warum bei dem einen Vorkommen Würfel und Pentagondodecaëder stets glatt und glänzend, Octaëder und Hexakisoctaëder ausnahmslos runzelig und trübe? Warum, wenn Störung bei der Krystallisation stattgefunden, ist dies nicht auf allen Flächen zu bemerken in gleicher Weise? Der Schleier sei noch zu lüften, welcher derzeit die Frage der Molecularstructur der Krystalle decke!

Bei jedem Schritt den der Mineraloge thut kann er sich überzeugen, dass die längst verurtheilte und stets wieder hervorgeholte Hypothese der Krystallbildung durch angezogene gleichgeformte Molecüle eine falsche ist, beachte er nun die grosse Mannigfaltigkeit der Flächen einer Species, oder studire er die Polyëdrie, die Gleitflächen, die Hemiëdrie, die gerundeten und gekrümmten Flächen, die Unvollzähligkeit derselben, die Hohlformen und die Schlagfiguren, die Trichiten, Globuliten, Margariten, Krystalliten. Ueberall sehen wir nur ein Resultat des

Krystallbaues, nicht aber die Bausteine welche dazu verwendet worden, und nicht die Kraft welche das Alles geordnet hat. Die Anziehungskraft zieht nur herbei, die Krystallisationskraft aber verwendet das angezogene Material zu dem Bau der verschiedensten Gestalten, sie drückt dabei wol auch, z. B. bei gedrängten Eisnadeln, Erde und Geröll hinweg. Unter den von Hessenberg nachgelassenen Papieren befand sich (vielleicht als Entwurf zu einer Briefstelle) eine Notiz über die thermoelektrischen Untersuchungen an Pyritkrystallen: »Es giebt thermoelektrisch verschiedenartige Pyritkrystalle welche sich ohne experimentale Prüfung, nach blos äusserlichen Kennzeichen bis jetzt noch nicht unterscheiden lassen würden. Der thermoelektrische Gegensatz (Polarisirung) muss seinen Grund im inneren Gefüge, in der molecularen Gruppirung haben, welche, eben weil polarisch gegensätzlich, nicht holoëdrisch kugelmässig sein kann sondern wie 2 + 1 axig (orthorhombisch) gedacht werden muss. Die Pyritmolecüle müssen eine Längsaxe besitzen und in Theilen des Krystalls so gelagert sein, dass die Längsaxen parallel sind, und zwar in einem +Krystall um 90° von der Stellung abweichend, welche sie in einem —Krystall einnehmen. Denkt man sich in ersterem z. B. die Moleculaxe parallel mit der Pyritoëderdachkante, so, scheint es, müsste sie im negativen Krystall normal zu letzterer stehen. Allein nicht durch den ganzen Krystall kann dieselbe Richtung herschen, denn wenn dieses der Fall wäre, so würde die zu der einen Dachkante normale Molecülaxe ja doch wieder parallel mit dem nächstanderen domatischen Kantenpaar stehen! Letzteres müsste sich also doch wieder positiv verhalten statt negativ. Hierin liegt ein Zeugniss gegen längliche, durch den ganzen Krystall parallel gelagerte Molecüle. Ein solches Gefüge ist schon deshalb unwahrscheinlich, weil das Pyritoëder schliesslich doch auf drei Axen gleicher Länge fusst, also wenigstens axonomisch kugelmässig bleibt, was unmöglich wäre, wenn es aus thermoelektrisch einaxigen durch den ganzen Krystallkörper in derselben Richtung wirksamen Molecülen zusammengesetzt wäre.«

Das innere Gefüge der Krystalle kann nicht aus blossem Aneinanderlagern gleichgerichteter und gleichgestalteter Molecüle hervorgehen, wir thun am besten bei rein mineralogischen Untersuchungen und Deutungen von solchen körperlich greifbaren Molecülen ganz abzusehen. Als Scacchi, polisim. e polimorph. p. 42 über Molecüle gesprochen, fürchtet er leeres Stroh gedroschen zu haben, weil wir über Gestalt und Verhalten der Molecüle nichts wissen.

Wenn wir alle Hypothesen welche der Darstellung vom Krystallbau als Basis dienen, beseitigen, so bleibt es uns anheimgestellt nach einer besseren Erklärung zu suchen. Eine solche muss auf Thatsachen gegründet sein und darf gegen anerkannte Naturgesetze nicht verstossen. Dass der Krystall eine leblose Masse sei, ist zwar vielfach behauptet, wird von Vielen

gläubig nachgesprochen, ist aber kein anerkanntes Naturgesetz. So gering auch bis jetzt die gewonnenen Resultate welche auf innere Selbsthätigkeit der Krystalle hinweisen, noch sind, so darf doch die Wissenschaft sie nicht unbeachtet lassen, es ist geboten, sie weiter Schritt vor Schritt zu verfolgen. In diesem Sinne hatte ich es unternommen die Treppenbildung und die gekreuzte Gitterzeichnung auf bestimmten Flächen der regulären Krystalle näher zu untersuchen, nicht gerade weil solche unvollkommene Krystallisation im regulären System häufiger, sondern weil bei diesem jede Missbildung in der Abänderung der Gestalt am deutlichsten sich bemerklich macht. In einem früheren Aufsatze »über den inneren Zusammenhang der Krystallgestalten des Kalkspaths« waren auf p. 9 ff. solche Unregelmässigkeiten an dem Kalkspath bereits besprochen worden. Sie sollten nun den Krystallbau überhaupt zu deuten eingehender benutz werden, bei welcher Gelegenheit im Laufe der Arbeit allmälig auch das Studium der Skelettbildungen mehr in den Vordergrund trat.

Die Hypothesen welche noch immer alle Erklärungen des Krystallbaues beherschen, haben die richtige Deutung desselben gewiss sehr beeinträchtigt. Das Verzogensein des Krystalls sei »veranlasst« durch das überwiegende Ausbilden einer Fläche auf Kosten der übrigen, die Streifung sei »durch oscillatorische Combinationen entstanden«. Auch für die Krümmung der Krystalle wird eine Flächenalternirung als Ursache angegeben. Diese angebliche Ursache und die Flächenalternirung selbst sind beide Resultat des ungeregelten Bauens, eine Krümmung ist auf sehr verschiedene Weise entstanden beim Diamant, beim Korund, Gyps, Sphärosiderit, Magnesit. Es giebt weder »zufällige Winkelschwankungen« noch »zufällige Unregelmässigkeiten« der Krystalle

Herr Prof. Knop hat im zweiten Theil seiner gründlichen Arbeit über Molecularconstitution und Wachsthum der Krystalle auf p. 43 die Behauptung ausgesprochen, aus Streifungen und anderen linearen Oberflächenelementen eines Krystalls lasse sich die innere Bauweise desselben nicht erforschen. Ueber solche Ansichten lässt sich nicht streiten, es muss da ein Jeder seinen Weg gehen; es kommt nicht darauf an was bei einer Streifung geometrisch gedacht werden kann, sondern ob nicht aus der stets gleichmässig bei Störungen vortretenden Unregelmässigkeit des Baues auf die krystallbauende Thätigkeit selbst eine Folgerung gezogen werden könne. Am wenigsten aber dürfen wir Hypothesen zur Entscheidung dieser Frage beiziehen.

In dem gedachten Werkchen ist auf p. 78 der Zusammenhang zwischen Wachsthumsrichtung und Spaltbarkeit besprochen. Die Wachsthumsrichtungen müssten nach der herrschenden Hypothese über Krystallbildung auch die der maximalen Cohärenz sein, in den meisten Fällen stimme dies, nicht aber in allen. Der Schluss p. 83 ist deshalb ein ganz gerechtfertigter, dass

nämlich der Zusammenhang zwischen Spaltbarkeit und Moleculargruppirung noch ungelöste Aufgabe sei.

Sobald wir dahin gelangt sind, dem bauenden Krystall eine gewisse Selbstthätigkeit einzuräumen, können wir von der Attractionskraft, welche ausschliesslich die Krystalle gestalten soll, absehen, wir können aus den mannigfach gerichteten, gleichartigen Erhebungen auf den Krystallflächen Schlüsse ziehen auf verschiedene Richtungen nach welchen der Krystall eine Thätigkeit äussere, in der Weise, dass mehrere solcher Thätigkeitsrichtungen sich kreuzend und verbindend im Resultat ein Wachsthumsergebniss darlegen. Je nachdem die eine oder die andere Thätigkeitsrichtung stärker oder schwächer bei den verschiedenen Vorkommen sich geltend machten, würde auch das Resultat, dies Wachsthumsergebniss ein verschiedenes sein, durch dies verschiedene Wachsen würden selbst andere Winkel und Flächen bedingt sein können. In einem Aufsatze: »Beobachtungen über Krystallbildung« in Erdmann's Journal 40. Bd. pag. 96, hat der genannte aufmerksame Beobachter die Richtungen beschrieben nach welchen die »Segmente« sich ablagern sollen bei Krystallisation; es zeige sich bei Auflösung der Krystalle auf den Flächen ein ganz bestimmtes System von deutlichen Reifen. Nach einer bestimmten Zonenrichtung gehen solche Reifen gleichartig, nach einer andern aber verschieden rechts und links. Vergl. Fig. 10 daselbst. Wenn nun auch vorerst es sehr schwierig zu sein scheint aus unvollendet gebliebener Flächenbildung, aus Hohlformen, aus gleichmässig gerichteten Höckern und gerundeten Erhebungen einen sicheren Schluss auf Thätigkeitsrichtungen eines Krystalls zu ziehen, so ist doch die genauere Bestimmung solcher Richtungen zu versuchen, da nur auf sicherer Grundlage die Gesetze der Mechanik würden zu Rathe gezogen werden können.

Herr Dr. J. Hirschwald hat es unternommen Grundzüge einer mechanischen Theorie der Krystallisationsgesetze aufzustellen. Es enthalten dieselben wol manches Richtige. Der Autor geht bei der Deutung der Genesis der Krystalle von einem Punkte aus, dem Centrum des Individuums, von welchem nach aussen ein Kräftesystem wirke, in innigem Zusammenhange sämmtlicher auf einem Punkt wirksamer Kräfte. Auf p. 193 stellt er die Ansicht auf, dass Krystallskelette nicht entstanden seien durch das Aneinanderwachsen fertiger Krystallindividuen, sondern durch weiter auftretende krystallogenetische Kräftesysteme. Bei der skelettartigen Verzweigung des Krystallbaues müssten dann wol solche neu auftretenden Systeme aus dem ursprünglich vorhandenen System und mit diesem übereinstimmend an jedem Punkte des Krystalls sich entwickeln können, der Krystall würde das einige Centrum verlieren, von jedem Punkte die Ausgleichung seines Baues zu bewerkstelligen suchen.

Neuerdings ist, besonders auch durch die trefflichen Arbeiten welche Herr Prof. vom Rath

über den Leuzit veröffentlicht hat, die allgemeinere Aufmerksamkeit auf die ungleiche Ausbildung der Krystallwinkel gelenkt worden. Es ist der Beweis erbracht, dass in manchen Fällen, besonders bei dem Vesuvianischen Vorkommen, der Leuzit nicht regulär krystallisire. Wir können nicht angeben inwieweit ein solches Ergebniss durch eine verschiedene Anlage des Krystallbaues bedingt ist, oder ob äussere Umstände, z. B. das Aufgewachsensein der Krystalle (vergl. über den Quarz II. p. 15), oder die Einwirkung der Hitze eine geregelte Ausführung des Baues in irgend einer Weise gestört, das Resultat der krystallbauenden Thätigkeit so wesentlich abgeändert haben.

Herr Hermann Breithaupt hatte die grosse Freundlichkeit mir ein Dictat seines unvergesslichen Vaters Dr. Aug. Breithaupt, von sehr instructiven Krystallmodellen begleitet, einzusenden. Es enthält eine, auf die gewissenhaftesten Messungen gestützte »Uebersicht der Asymetrien.« Aus dem Tesseralsystem sind insbesondere aufgeführt: Das deltoide Ikositetraëder (am Hessonite z. B.) welches zerfalle in ein tetragonales Pyramidoëder und in ein ditetragonales. Die Flächenneigungen seien an den vierkantigen Ecken an dem ersten stumpfwinkliger als an dem letzteren. Nach den ersteren zwei Ecken erscheine bei durchsichtigen Varietäten eine optische Axe. Bei der Combination des Hexaëders mit dem scheinbaren domatischen Dodecaëder zerfallen die Flächen des letzteren in zweierlei Rhomboëder, in ein flaches und in ein steileres. Das flache Rhomboëder mache mit dem Hexaëder einen etwas grösseren Winkel als das steilere, welches meist grössere Flächen ausgebildet habe, zuweilen ohne letzteres auftrete, wie beim Eisenkiese und dem schweren Glanzkobalt. In der Combination des Hexaëders mit dem rhombischen Dodecaëder und dem Tetraëder (Boracit) erscheinen an vier Ecken des Hexaëders neun Flächen unverändert dem tetraëderkantigen Dodecaëder angehörig, drei Flächen an einer Ecke stossen jedoch etwas stumpfwinkliger zusammen. Es zerfalle also das tetraëderkantige Dodecaëder in eine Viertelgestalt und in eine Dreiviertelgestalt. Die hexagonale Axe welche durch die stumpfwinkligere Viertelgestalt auslaufe, sei zugleich eine optisch einaxige und eine diamagnetische Axe; sie sei in Vergleich mit den drei andern auf $^{39}/_{40}$ verkürzt. Auch in der Combination des rhombischen Dodecaëders mit dem Hexaëder (Fahlerz) scheine das tetraëderkantige Dodecaëder an einer dreikantigen Ecke etwas stumpfwinkliger zusammenzustossen als an den drei andern correspondirenden Ecken.

Es sind dies für die Deutung der Flächen- wie der Kantenbildung der Krystalle nicht unwichtige Thatsachen, welche ebenso gegen die übliche Erklärung der Krystallbildung durch Molecular-Attraction sprechen, wie sie die Herstellung der Krystallgestalt als Resultat einer dem Krystall selbst innewohnenden Thätigkeit befürworten. Da diese Thätigkeit in verschiedenen

und sich kreuzenden Richtungen zu verfolgen ist, wenigstens die Unregelmässigkeiten auf den Krystallflächen in verschiedenen, mehrfachen Richtungen geordnet auftreten, muss bei dem ungeregelten Ueberwiegen der einen Richtung die ganze resultirende Fläche ebensowol wie die Kante auch geometrisch ein anderes Resultat erbringen.

Man hat neuerdings die sogenannte Skelettbildung oder die Krystallgerippe als Beweis für den molecularen Bau der Krystalle benutzt; sie sollen tieferen Einblick gewähren in das Wachsthum der Krystalle, thun dies aber nur wenn man dabei alle Hypothesen und vorgefasste Meinungen beseitigt. Wir sehen in solchem ungleichmässigen Vorstreben des regulären Krystallbaues nach den verschiedenen Richtungen nur eine ungeordnete Thätigkeit, nicht aber gleichgeformte Molecüle, oder Elemente, oder Subindividuen. Ein derartiges Ergebniss der Attraction würde mit den anerkannten Naturgesetzen nicht stimmen. Der Krystall baut im vereinzelten Theile wie in seinem Ganzen, und die Hohlformen auf den Krystallflächen sind auf dieselbe Veranlassung zurückzuführen, wie die nicht ausgefüllten Räume der Skelettbildung. Es kann dabei ebensowohl Uebermaass der Substanz vorgelegen haben, wie ein Mangel derselben, oder wie eine andere von aussen wirkende Störung, oder es war die zugeführte Substanz nicht in Uebereinstimmung mit den bildenden Kräften über welche der Krystall zu verfügen, oder mit der Zeit in welcher die Verwendung statt hatte. Die Mannigfaltigkeit solcher Skelettbildungen lässt vermuthen, dass auch die Veranlassung eine sehr mannigfaltige gewesen sein könne, oder dass, wie beim Schnee, die Anlage des Krystallbaues eine grosse Mannigfaltigkeit der Entwickelung gestattet habe. Bei dem Schnee war wol die reichlich gebotene Nahrung Veranlassung des Skelettbaues, bei den Hüttenproducten, bei dem Schwefel der Solfatara die allzu rasche Bildung, bei dem Bleiglanz von Welkenrath die aufgelagerte fremde Substanz (Blende), bei dem Pyrit von Folkestone und von Almerode vielleicht die strahlig gedrängte Stellung oder Gruppirung.

Krystalle welche auf einer convexen Grundlage aufgewachsen sind, werden beim Wachsen sich berühren und drängen, aber, bei abweichender Axenstellung, sich nicht so leicht einen; so der Bergkrystall von Traversella und der mexicanische Topas. In den strahligen Pyritgruppen bleibt beim Wachsen der Krystalle die Verbindung unter einander eine sehr mangelhafte, sie verwittert leichter als die einzelnen Krystalle selbst. Diese Krystalle haben die »Neigung« nach einer Richtung sich unsymmetrisch zu erstrecken, d. h. — wenn wir auf die Veranlassung zurückgehen — sie erstrecken sich unsymmetrisch nach einer Richtung, weil ihre geregelte Thätigkeit gehemmt oder gestört ist. Köhler hat in Pogg. An. 1828, Bd. 14 zu einer trefflichen Abhandlung über den Strahlkies von Almerode mehrere der beigegebenen Figuren krystallographisch verbessert, aber der Wirklichkeit sicherlich entfremdet.

Wollen wir uns von solchen mangelhaft gebildeten Gestalten belehren lassen, so müssen wir sie unter einander vergleichen; die Veranlassungen welche auf die Gestaltung des Krystalls einwirken, machen sich auch bei dem Skelettbau bemerklich und gestatten wieder einen Schluss von diesem auf den Bau der regelmässigen Krystallgestalt. Der gleichmässig geregelte Bau zeigt uns die höhere Vollendung an; die Sonderung in Krystalltheile, die Faserbildung im Innern, die Verzweigung nach aussen, der Treppenbau wie die gitterartige Furchung bezeichnen die mangelhafte Bildung.

Eine Bevorzugung der Flächenbildung kann ebensowol zunächst der Kante statthaben als in der Flächenmitte; es finden sich darüber Belege genug beim Flussspath, beim Bleiglanz, beim Pyrit wie auch beim Quarz. Wir können darüber noch keine Regel aufstellen, keinen allgemeinen Satz, am wenigsten den dass der Krystall von den Kanten aus die Krystallfläche ausfülle, oder dass an den Ecken und Kanten des Krystalls ein Maximum der polaren Attraction statthabe, oder dass Subindividuen vornehmlich an den Ecken abgesetzt werden. Gegen solches Generalisiren können Hunderte von Belegen vorgebracht werden, welche gerade das Gegentheil anschaulich zu machen scheinen. Pyritwürfel von Traversella haben wol manchmal die Flächen nur den Kanten entlang geebnet, allein bei andern Vorkommen, so auch beim Flussspath von Schlackenwalde, von Altenberg, vom Münsterthale, ist offenbar die Würfelkante vernachlässigt, abgerundet oder durch Secundärflächen ersetzt. Wir müssen solche Bildungen, von der Entstehung des Krystalls ausgehend, in dessen allmäliger Entwickelung verfolgen.

Ebenso verhält es sich mit der Kantenbildung. Bei dem Speerkies von Altsattel, dem Cuprit von Redruth, dem Gismondin von Aqua acetosa, dem Quarze von Lizzo findet sich nicht selten ein einspringender Winkel oder auch mehrere vertiefte Furchen statt der Kante; vergl. Fig. 68, 86 auf Taf. III. Es wird dies gewöhnlich als Durchwachsungszwilling gedeutet, es kann aber auch eine mangelhafte Bildung des einzelnen Individuums darin aufgefunden werden, ebenso wie in der Bevorzugung der Kanten. Vergl. Knop, über Krystallbildung, in Erdmann, Journ. 1847, p. 95.

Der mangelhaften Ausbildung der äusseren Gestalt wird in der Regel eine solche im Innern des Krystalls entsprechen; beiden wird dieselbe Veranlassung zu Grunde liegen. Wie bei missbildeten Bergkrystallen eine Spaltbarkeit nach ∞ P, bei dergleichen Kalkspathen eine solche nach oR sich findet, so auch zeigt der mangelhaft gebaute Pyrit von Gross-Almerode eine Spaltungsrichtung nach ∞ O ∞. In Fig. 60, Taf. II. ist versucht worden eine solche Spaltfläche eines Krystalls von Almerode darzustellen; es zeigt sich im Innern eine skelettartige Bildung mit rechtwinkliger Abzweigung; äusserlich entspricht dem ein Bau mit ungleicher

Axenlänge, mit gerundeten Kanten und mit einer Vertiefung an der Stelle der Octaëderflächen. Fig. 66, 70—73 auf Taf. III. An dem würfligen Pyrit von Pyrmont sind die Flächen meist convex aufgedrungen; solche Krystalle wenn sie verwittern zeigen in den Resten von Brauneisenstein trichterförmige Vertiefungen, oder vom Centrum nach den Ecken und Kanten gerichtete Wände von Pyrit welcher unversehrt geblieben, also besser, dauerhafter gebaut war als die unter den Flächen vorhanden gewesene Pyritmasse.

Die Hüttenproducte sind bei der Besprechung des Skelettbaues der Krystalle nicht ausser Acht zu lassen, wenn sie auch sonst aus naheliegenden Gründen bis jetzt wenig Beachtung gefunden haben. Bleiglanzhexaëder aus Hochöfenbrüchen sind zuweilen benutzt worden den Krystallbau durch Subindividuen anschaulich zu machen; man braucht aber einen solchen Krystall nur zu zerbrechen, er wird im Innern zum grössten Theil leer und hohl sein trotz aller Attraction. In Fig. 1 bis 6 sind Hüttenproducte von Braubach, nach allen Seiten unsymmetrisch und mangelhaft ausgebildet, darzustellen versucht worden. Herr Director Fade hat in freundlichster Weise die chemische Untersuchung besorgt, vorgefunden: 38,20 Kiesels., 1,50 Kupfer und Blei, 28,71 Eisenoxydul, 19,36 Kalkerde, 0,79 Magnesia und 11,44 Thonerde. Es gibt nun Fig. 3 und 5 die Aufsicht des rechtwinklig abgezweigten Skelettbaues solcher Krystalle, Fig. 1 und 2 die vordere Ansicht des Gerüstes, Fig. 4 und 6 die Seitenansicht. Diese Seitenansichten legen dar, wie ein solcher Krystall in diagonaler Richtung fortbaut und sich erstreckt, nicht durch Anreihen gleichgeformter Molecüle auf der breiteren Fläche, sondern in geschwungenen, verzerrten Zweigen von der schmäleren Kante aus vordringend, ehe der begonnene Bau zur Vollendung gelangt ist. Während der Krystallfuss senkrecht aufstrebt, biegt sich der Skelettbau allmälig in schiefer Richtung ab, die beiden Diagonalen des parquetartigen Tafelbaues treten in Ecken und Spitzen treppenartig vor. Eine geregelte Fügung und Verbindung der verschiedenen, den Krystall erbauenden Thätigkeitsrichtungen hat nicht stattgefunden; es sind die Krystalle ungleich erfüllt, von hohlen Räumen durchzogen, in unebener Fläche spaltbar, die Ausführung eine durchaus ungeregelte. Wir sind nicht berechtigt die Schlacken der Hochöfen blos für »Erstarrungsprodukte« zu halten. Die grosse Gleichmässigkeit in der Gestaltung der Hochofenschlacken kann nicht zufällig während des Uebergangs aus dem Flüssigen zum Festen entstanden, die Masse konnte nicht in solchen Formen flüssig gewesen sein.

Es soll nun die krystallinische Anlage einiger regulären Krystalle näher ins Auge gefasst werden, hauptsächlich derjenigen welche bereits in einem früheren Aufsatze »über die Bauweise der würfelförmigen Krystalle« in N. Jahrb. f. Min. 1861, p. 385—425, eingehender besprochen

worden sind. Am meisten wird der Pyrit zu berücksichtigen sein, da derselbe in verschiedener, und, wie beim Kalkspath, durch inneren Zusammenhang verknüpfter Gestaltung sich auszeichnet. Es werden bei demselben missbildete, krystallographisch kaum zu bestimmende Krystallflächen vielfach zu besprechen sein, in solchem Falle die Würfelfläche des Pyrit $\infty O \infty$ mit W, das Octaëder mit O, das Dodecaëder ∞O mit D, das Pyritoëder mit P, das Ikositetraëder $\frac{402}{2}$ mit s, $\frac{30^{3}/_{2}}{2}$ mit f bezeichnet werden. Wo nur eine Fläche, nicht die ganze krystallographische Gestalt hervorgehoben wird, mag es gestattet sein die Bezeichnung der hemiëdrischen Gestaltung $\left(\frac{1}{2}\right)$ wegzulassen.

Das Material welches diesem Studium an missbildeten Krystallen zu Gebote stand, war leider ein ungenügendes, nur für den Pyrit reichlicher vorhanden. Bei einer Anwesenheit in Strassburg hatte Herr Prof. Dr. Groth, später in Bonn Herr Prof. G. vom Rath die grosse Freundlichkeit tagelang die freie Benutzung der akademischen Sammlung in liebenswürdigster Weise zu gestatten. Herr Prof. Helmhacker in Leoben überliess in gleicher Weise Pyrite von Waldenstein, Herr Prof. Fischer in Freiburg interessante Flussspathe vom Münsterthale, und Herr Wilh. Koch englische Mineralien, insbesondere Markasite. Auch bei dieser Arbeit wurde schmerzlich die Bemerkung gemacht dass ein reichliches Material zur Begründung eines sicheren Urtheils unbedingt nothwendig ist.

Prof. Scacchi, der scharfsinnige und aufmerksame Beobachter, hat in den beiden Aufsätzen *sulla Poliedria delle facce dei cristalli*, 1862, und *della Polisimmetria e del Polimorfismo dei cristalli*, 1865, eine Fülle trefflicher Bemerkungen niedergelegt; in dem letzteren spricht er p. 32. 42. die Ueberzeugung aus dass die innere Structur der Krystalle eine sehr complicirte sein müsse, ja dass vielleicht »zwei Gruppen von Molecülen« in derselben combinirt sein mögen. Auch die vorliegenden Untersuchungen haben dahin geführt dass in vielen Fällen nur eine doppelte, zweifache Gruppe von Thätigkeitsrichtungen die verschiedene Gestaltung einer und derselben Krystallspecies ebensowohl, wie die Uebergänge aus der einen Gestalt in die andere bewerkstelligen könne. Vom Leuzit haben mikroskopische Untersuchungen ergeben dass er neben einer Radialstructur aus einem »höchst feinen Gewebe« von Zwillingslamellen bestehe; in andern Krystallen hat man nadelförmige Krystalltheile gefunden welche rechtwinklig sich kreuzen sollen; in Dünnschliffen des Feldspaths Netz- oder Bienenwabenartige Durchwachsung, Lamellen des Albits durch Querriegel oder gegenseitiges Durchwachsen, verzwillichten Bau, unter einander verbunden. Aehnliches ist beim Tridymit beobachtet worden, beim Titaneisen, beim Perowskit, beim Eisenglanz, meist als Penetrationszwillinge gedeutet.

Die unregelmässigen Erhebungen auf den Würfelflächen des Analcim der Cyclopeninseln sind meist kegel- oder zitzenförmig gerundet, vierfach geordnet, die Kegelgipfel gegen einander gerichtet. Fig. 9. — Tritt die Würfelform zurück, das Ikositetraëder vor, wie auf den Krystallen von Antrim, so prägt der Krystall auf dessen Flächen Erhebungen aus, parallel den kürzeren Kanten des Ikositetraëders gerichtet. Fig. 7. Diese flachpolyëdrischen Erhebungen sind meist parallel den zwei anliegenden kürzeren Kanten länger erstreckt, in der Richtung der dritten Kante aber wenig erhoben; je kürzer diese dritte Kante desto mehr schwindet die polyëdrische Missbildung, desto vollendeter der Flächenbau.

So erscheinen auf den Würfelflächen des Analcim in anderer Gruppirung charakteristische Merkmale oder Kennzeichen als auf den Leuzitoëderflächen; an manchen Krystallen sind die Erhebungen mehr gerundet, tellerförmig, wie auf den Flächen —2R des Kalkspaths, Fig. 8, und dies zwar auf den Würfel- wie auch auf den Leuzitoëderflächen. Um das Würfeleck des Ikositetraëders 202 sind durchsichtige Analcime zuweilen rissig in der Richtung der Combinationskante mit dem Würfel, in der gleichen Richtung sind auch fremde, staubartige Substanzen in paralleler Streifung eingewachsen, allein der Würfel selbst tritt dabei nicht auf.[1])

Besonders angeregt durch die trefflichen Beobachtungen welche Herr Prof. vom Rath an dem Leuzit gemacht, hätte ich es gerne versucht, dieselben auf die Bauweise dieses Minerals zurückzuführen. Unter dem Material welches vom Vesuv mitgebracht worden, fand ich indess nur weniges für solche Untersuchung geeignet. Wie beim Albit und beim Gypsspath zeigt beim Aufwachsen der Leuzit eine Eigenthümlichkeit, gewisse Flächen zu verbergen, andere dem Beschauer zuzukehren. Sollte nicht diese Eigenthümlichkeit gerade dadurch veranlasst sein, dass der Leuzit die gleiche freie Entfaltung seiner verschiedenen Thätigkeitsrichtungen bedarf um einen geregelten Bau herzustellen, dass das Aufgewachsensein als eine Störung der krystallbauenden Thätigkeit zu betrachten ist, welches den »quadratischen Charakter« des Systems im Gefolge hat, welches aber nicht verhindert dass dem Leuzit »eine besondere Hinneigung zum regulären Systeme innewohnt«, d. h. mit andern Worten: dass die Anlage des leuzitischen Baues dahin gerichtet ist, reguläre Gestaltungen auszuführen. Dass die aufgewachsenen Leuzite mangelhafte Bildungen seien, das zeigt sich in den gerundeten

[1]) Unter den sehr interessanten Beobachtungen welche Herr v. Hauer in den Verh. d. k. k. geolog. R.-Anst. 1877. Nr. 3—10 mittheilt, berührt er (Nr. 6. p. 94) auch das leicht Rissigwerden mancher Krystallspecies, das Auftreten von Sprüngen unregelmässiger Art. Abgebrochene Fragmente ergänzen sich mit Leichtigkeit wieder, aber nach kurzer Zeit des Wachsthums findet man auch diese ergänzten Bruchstücke abermals von Sprüngen durchzogen. Diese Erscheinung lasse sich nicht auf äussere Umstände zurückführen, müsse den Grund in der Art des Aufbaues solcher Krystalle haben.

Kanten welche wol auch über die benachbarten Flächen überragen, in den unvollständig ausgebildeten und sehr ungleich erstreckten Flächen, sowie in den abgerundeten Ecken der Gestalt.

Der Granat ist ein häufig vorkommendes Mineral, allein er ist meist nur klein ausgebildet, es sind bei grösseren Krystallen die Flächen oft mit Glimmer oder anderem Mineral verwachsen. Auffallend ist es dass bei diesem regulären Mineral die Ausbildung der Würfel- wie der Octaëderfläche so ungemein selten ist, ihr Auftreten scheint fast einen ungeregelten Bau anzudeuten, z. B. die feinen, schmalen Streifen $\infty O \infty$ auf braunrothen Krystallen vom Vesuv. Seine bauende Thätigkeit ist vorzugsweise auf der Kante des Rhombendodecaëders oder an den leuzitoëdrischen Flächen zu studiren. Das Ikositetraëder ist nicht selten, es findet sich aber meist dem Rhombendodecaëder untergeordnet; an blutrothen Krystallen mit der Bezeichnung »all' Anguillara« ist das sehr vorherschende Ikositetraëder gerundet über die Kanten, roh gefurcht in der Weise dass die Furchen in der octaëdrischen Ecke zu kegelförmigen Gipfelchen zusammentreten, anscheinend in vier Richtungen gegen die Stelle vordringend wo die Würfelfläche auftreten würde. Fig. 10—13. Auch hier wieder kegelähnliche Formen in Segmenten zu Gruppen gehäuft, deren je vier in der octaëdrischen Ecke gipfeln oder sich kreuzen. Fig. 11. 13.

Wie bei dem Leuzit so ist auch bei dem Granat eine interessante Frage aufgeworfen worden und zwar in Betreff der perimorphen Bildung desselben. Wahrscheinlich ist, was Herr Prof. Knop angedeutet hat, dass hier ein Skelettbau vorliege; es spricht dafür die vorherschende Ausbildung der Kanten, die mangelhafte Herstellung der Flächenmitte, das zellige Netzwerk. Allein die Frage wie der Granat zu solcher tafelförmigen Erstreckung gelangt, sie ist damit nicht erledigt.

Der Flussspath gewährt dem Studium ein stets sich mehrendes Interesse. In dem Aufsatze über würfelförmige Krystalle (Jahrb. f. Min. 1861), welcher hier mit W. Kr. citirt werden mag, ist auf p. 395—410 der Flussspath in seinen verschiedenen Vorkommen nach den Kennzeichen geschieden worden. Es wurde später versucht diese Mannigfaltigkeit auf eine gemeinsame Anlage des Baues zurückzuführen. Ein solcher Versuch bietet grosse Schwierigkeit.

Im Wesentlichen sind die Kennzeichen welche den ungeregelten Würfelbau des Flussspaths charakterisiren, dreiflächige Erhebungen in vier Richtungen oder Gruppen geschieden, da eine Gipfelkante dieser polyëdrischen Erhebung normal zur nächsten Würfelkante steht. Taf. I, Fig. 16—19, vergl. W. Kr. Taf. V, Fig. 30, 31, 37. Solche polyëdrischen Erhöhungen treten näher zusammen und einen sich entweder zu rauhem, treppigem Aufbau des Pyramiden-

würfels, Fig. 18, oder aber zur diagonalen Gitterung der Würfelfläche begleitet von dem 48flächner, Fig. 19, 22*a*. Das erstere erfolgt wenn der gegen die Flächenmitte gerichtete Theil der polyëdrischen Erhebung vorwiegt (in Fig. 16 mit *a* bezeichnet), vorzüglich bei Hemmungen durch einen fremden Körper veranlasst, bei zwillingisch verwachsenen Individuen, bei aufgelagerten Zersetzungsresten, Fig. 14; die gekreuzte Furchung mit dem 48flächner erfolgt wenn die zwei Flächen der polyëdrischen Erhebung welche der Würfelkante zunächst liegen, (in Fig. 16 mit *b* und *c* bezeichnet), vorzugsweise zur Geltung kommen. Dies scheint besonders der Fall zu sein bei Krystallen welche auf convexer Basis aufsitzen, auf ausspringendem Eck eines fremden Minerals, oder bei Hüllenbauten über einen Krystallkern, so Flussspath aus dem Münsterthal und von Zinnwald. Die meist rauhe Beschaffenheit des Pyramidenwürfels, die wellige Rundung, die zahlreichen kleinen Hohlformen dazwischen sind wol veranlasst durch die mangelhafte Einung dieser polyëdrischen Erhebungen von welchen je zwei Polkanten in einem stumpfen Winkel zusammentreten, Fig. 17, 18 und W. Kr. Taf. V, Fig. 30, 31; die dritte, normal auf der Würfelkante stehende Polkante der Erhebungen bildet in ihrer Häufung zuweilen eine Furchung welche die Würfelfläche des Flussspaths in zweierlei Treppenbau erscheinen lässt, verschieden in der Flächenmitte und zunächst der Flächenkante, Fig. 21 und W. Kr. Taf. V, Fig. 19. Bei Flussspathen von Brienz werden die Vertiefungen und Hohlformen der Würfelfläche als Wirkung einer Erosion gedeutet; solche »Erosionsrinnen« sind aber nur Ergebniss einer mangelhaften Vollendung des Baues; in gleicher Weise ebenso die Vertiefungen auf den Flächen wasserheller Krystalle von Kongsberg welche in diagonaler Richtung die Würfelflächen durchziehen, mehr und mehr parallel den Würfelkanten rechtwinklig sich verzweigen, Fig. 15.

Wie bei dem Quarze die Gestalt der dreiflächigen Erhebung auf $\pm$ R sehr wandelbar zu sein scheint, und das Vortreten dieser oder jener Kante derselben eine mehr oder weniger mangelhafte Flächenbildung andeutet (vergl. »über d. Quarz« II. p. 12, 13), ähnlich so die polyëdrischen Erhebungen auf der Würfelfläche des Flussspaths welche im Uebergang zum geregelten Bau entweder zum Pyramidenwürfel sich zusammen ordnen und gestalten, oder aber zum 48flächner und der diagonalen Gitterung. Der Treppenbau des Pyramidenwürfels reiht sich gewöhnlich um den störenden fremden Körper, er bildet einen Aufbau, eine vierseitige Erhöhung um eine, oder auch um zwei Kanten des Zwillings, (Fig. 14, 21, vergl. W. Kr. Taf. V, Fig. 16—19, 23, 31). Nach der dritten Kante hin ist dann der Treppenbau ein absteigender, bildet Vertiefungen zur Seite des Zwillings, so dass der Vergleich mit einem »Durchstossen« desselben, mit einer »Durchstichstelle« durchaus nicht zutreffend ist.

Schwieriger als die Gestaltung des Pyramidenwürfels ist die diagonale Gitterung aus den besprochenen polyëdrischen Erhebungen zu deuten; diese zeigt sich beim Flussspath ebensowol mit Erhebung der Würfelfläche, wie in diagonaler Vertiefung, Fig. 22, 25, 26. Hunderte solcher polyëdrischen Erhöhungen, convex gewölbt, nach den Würfelkanten gleichmässig gerichtet, bedecken oft die Würfelfläche, auf jeder Wölbung ein glänzender Punkt $\infty O \infty$ geebnet, in den diagonalen Vertiefungen ein meist unbestimmbarer 48flächner welcher zu gitterartiger Kreuzung sich gruppirt, Fig. 22*a*, 24. Bei grösseren Hüllenkrystallen vom Münsterthale sind nach solcher ungeregelten Thätigkeit gewöhnlich spitzere und stumpfere Eckenwinkel aufzufinden, von welchen die spitzeren einer bevorzugten Wachsthumsrichtung entsprechen. Es zweigt von der Diagonale eine feine Streifung unter 45^0 ab, welche mit den Würfelkanten einen oft nicht unbedeutenden spitzen Winkel bildet. Fig. 23, 26. Die Streifung entspricht der regulären Anlage des Krystallbaus, in der Richtung der Kanten aber ist die ungeregelte Ausführung zu erkennen. Auch in zahlreichen Hohlformen ist die feine Streifung zu bemerken. Die längere Flächendiagonale ist unregelmässig gefurcht, zuweilen ist nur auf einer Seite derselben eine polyëdrische Erhebung zu finden, so dass diese dem achten Theile der Würfelfläche entspricht. Fig. 26.

Ebenso wie bei der diagonalen Gitterung des Flussspaths vom Münsterthal scheint bei den missbildeten Krystallen von Zschoppau, Fig. 20, die Art des Aufwachsens von wesentlichem Einfluss auf die Gestaltung derselben gewesen zu sein; die mangelhafte Bildung ist noch weit auffälliger, statt der gekreuzten Gitterung eine ungeordnete diagonale Erhebung der Würfelfläche nach nur einer Richtung; der rechte Winkel ist nicht hergestellt, statt dessen zwei spitzere und zwei stumpfere; in den vertieften Hohlformen des erhobenen mittleren Flächentheils glänzt wieder in unsymmetrischem Auftreten ein 48flächner. Je mehr bei solchen Krystallen die Winkel der regulären Gestaltung sich nähern, desto mehr tritt der 48flächner auf Kanten und Ecken zurück, desto schwächer die Furchung, desto geebneter die Würfelfläche. So auch der 48flächner von Zinnwalde $\frac{11}{3}O\frac{11}{5}$, meist Hüllenbildungen, die Würfelflächen parquetartig abgetheilt. (W. Kr., Taf. V., Fig. 33. 36.)

Wenn es auch scheint dass das Aufwachsen des Flussspaths in concentrisch strahliger Gruppirung auf die Gestaltung und Flächenbildung desselben einen erheblichen Einfluss habe, so ist doch die Anlage des Baues der Flussspathkrystalle weder eine concentrisch strahlige, noch eine schalenartige durch an- oder gar durch ineinandergesetzte Würfel. Das Fortwachsen bei gestörter Bildung geschieht meist, oder doch oft, in der Weise, dass dabei die Gestaltung

des Krystalls eine Abänderung erleidet. Der Krystallkern ist sehr häufig durch verschiedene Färbung in seiner verschiedenen Form zu erkennen. Auch die Spaltflächen zeigen es an dass der Flussspath nicht durch schaliges Ansetzen von Würfelformen wächst. An schmutzig dunkel grünen bis violetten Hexaëdern vom Sentis (Schwendi) ist die Würfelfläche ungeregelt in Parquetformen erhöht; die Spaltflächen O in Fetzen abgerissen oder splittrig stellen auf der Flächenmitte eine sechsfach strahlige Zeichnung dar, dazwischen federartig gestreifte, wulstförmige Rundung der Spaltfläche, Fig. 27. Eine schalige Absonderung ist nicht zu bemerken, wol aber eine vom Krystallkern ausgehende, sechsfach gegen die Oberfläche gerichtete Streifung.

Wie beim Flussspath, so ist auch beim Steinsalz die gitterförmige Furchung mit ungeregeltem Aufbau verbunden, in den Hohlformen ist eine diagonale Treppenbildung zu bemerken, es wechseln an den gegitterten Flächen stumpfere Winkel mit spitzeren. (Vergl. »über missbildete Steinsalzkrystalle«, N. Jahrb. f. Min. 1867, p. 674, das. Fig. 13—17 auf pag. 672.)

Der Bleiglanz hat in jüngster Zeit ausgezeichnete Bearbeitung erfahren; es hat Herr Prof. Sadebeck sich bemüht, Einblick in die innere Constitution dieses Minerals zu gewinnen. Er glaubt zu erkennen dass die Krystalle durch Anlagerung von aussen sich vergrössern, wie ein Bau durch das Anfügen von Bausteinen, wählt deshalb die Bezeichnung »Krystallotektonik« für die Lehre des krystallinischen Baues. Er bemerkt ganz richtig dass diese nach bestimmten Gesetzen stattfinde welche in der innigsten Beziehung zu den Hauptzonen stehen; allein er gründet diese Gesetze auf Hypothesen, er findet in den Aetzfiguren die Gestalt der kleinsten Körper, er gedenkt der Subindividuen und der Anordnung derselben. Ich vermag an solchen Aufbau nicht mehr unbedingt zu glauben und nicht an die Gesetze welche dafür aufgestellt werden. So wichtig die Hauptzonen für derartige Untersuchungen sind, so können wir aus ihnen allein ein tektonisches Gesetz nicht ableiten so wenig wie aus den Hohlräumen im Innern des Krystalls. Die natürlich gebildeten Hohlformen deuten ein Zurückbleiben des Wachsthums an, in denselben hat der Krystall wohl eben so gebaut wie in dem äusseren Umfang, es spiegeln dieselben Flächen ein, aber die Gestalt der Hohlformen erscheint umgekehrt. Es gibt keine bestimmte Hohlform für eine bestimmte Fläche einer Krystallspecies, die Gestalt der Hohlformen ist bedingt durch die Gesammtausbildung des Krystalls. In ähnlicher Weise verhält es sich mit den Aetzfiguren, deren Wichtigkeit wohl sehr überschätzt wird. Es kommt bei denselben noch hinzu, dass wir gar nicht erklären können, warum einzelne Subindividuen von der Säure ausgefressen werden sollen, andere daneben liegende aber nicht. Ein solches Räthsel ist zur Deutung eines andern Räthsels nicht, oder doch vorerst nicht zu verwenden.

Die Erhebungen wie die Vertiefungen auf Flächen eines Krystalls bezeichnen eine ungeordnete oder eine unvollendete Bildung welche meist auch auf den anliegenden Flächen einen entsprechenden Ausdruck findet. Ist die Würfelfläche des Bleiglanzes polyëdrisch erhoben, so zeigt häufig die anliegende Octaëderfläche ebenfalls gerundete Erhöhungen, dreiseitige, das Dodecaëder aber in Theilgestalten gesondert eine glänzende Treppenbildung. An zerbrochenen und in Ergänzung begriffenen Krystallen von Neudorf erscheint die Octaëderkante fast stenglig gesondert, in Büscheln gruppirt, die Würfelfläche in Gruppen von flach pyramidalen Erhöhungen, daneben unvollständig ausgefüllte Vertiefungen welche mit O . 2O . mO . ∞O einglänzen, mit diesen Flächen in der Tiefe der Hohlform sich trichterförmig verschränken und zuspitzen. W. K. Taf. 4. Fig. 7. 8. Diese Hohlformen auf W stehen offenbar in Zusammenhang mit der stengligen Ausbildung oder Furchung des Dodecaëders oder des Zonenbaues O . ∞O . 2O. Hat sich ein ungeregelter Aufbau auf W = ∞O∞ gebildet, da wird auch ein mangelhaft gebildetes Octaëder kaum fehlen.

Die Gestalt der polyëdrischen Erhebungen auf W = ∞O∞ ist wol im Allgemeinen als vierflächig zu bezeichnen, Fig. 28. 33. cf. W. K. Fig. 7. 10. 14, sie scheint auf einer vierfach zusammenwirkenden Thätigkeit zu beruhen. Allein es könnte eine solche Erscheinung vielleicht auch als Resultat anderer Componenten oder Seitenkräfte aufgefasst werden. Auf Krystallen ∞O∞ . O von Ründeroth, Grube Aachen, gestalten sich über der Würfelfläche dreiflächige Erhebungen in vierfacher Gruppirung, ähnlich wie auf Würfelflächen des Flussspaths. Fig. 32, vergl. Fig. 19. Beim Bleiglanz entwickeln sich dieselben zum Leuzitoid, beim Flussspath aber zum Pyramidenwürfel. Dies sowol wie auch die verschiedenen Spaltungsrichtungen beider lassen vermuthen, dass die Anlage beider Krystallbauten eine ähnliche, aber doch nicht die gleiche sein müsse.

Wie beim Flussspath ist wol auch beim Bleiglanze der Würfel oder die Herstellung einer geregelten Würfelgestalt das Ziel der krystallinischen Thätigkeit, wenn auch das Octaëder des Bleiglanzes zuweilen glänzender ausgebildet ist als das Hexaëder. Der Glanz einer Fläche beurkundet nur dann eine geregelte Herstellung des Krystalls, wenn die Fläche auch geebnet ist. Beim Octaëder des Bleiglanzes fehlt aber meisst dies Kennzeichen, es ist vielmehr die Octaëderfläche zerknittert, unregelmässig eingesunken, oder polyëdrisch dreiflächig aufgeschwollen. Man bezeichnet den Würfel als die vollkommenste Krystallform; es stimmt damit die vielfach zu machende Beobachtung dass, für die regulären Krystalle wenigstens, die Ausbildung des Würfels eine höhere Vollendung anzudeuten scheint als die Herstellung des Octaëders. Bei allen oder doch den meisten locker gebauten, schaumigen Krystallen oder Krystallhüllen,

z. B. von Matlock, Fig. 31, ist das Octaëder vorherschend, der Würfel untergeordnet, oft nur in glänzenden Punkten daneben zu bemerken. Auf unsymmetrisch missbildeten Krystallen tritt ebenso das Octaëder, zuweilen mit dem Dodecaëder bedeutend vor (Fig. 29. und »über Bleiglanzkrystalle« in N. Jahrb. für Min. 1863 p. 546. Fig. 2). Das Zusammenauftreten des Dodecaëders mit dem Octaëder ist beim Bleiglanz wie beim Flussspath zu beachten; die Ausbildung des Dodecaëders scheint fast durch das Auftreten des Octaëders vermittelt.

Auch bei der Skelettbildung des Bleiglanzes macht sich das Octaëder überall geltend; indem die Zweige und Reihen inniger verwachsen gestaltet sich octaëdrische Begrenzung. Fig. 30, eine Spaltfläche darstellend. Solche Bildungen sind wol überall als gestörte zu bezeichnen, als übereilte, mangelhafte. Die Skelette von Welkenrath, von Blende überdeckt, reihen Octaëderchen an Octaëderchen, die rauhen, langgestreckten Krystalle von Diepenlinchen, die schaumigen Haufwerke von Matlock, sie alle haben vorherschend octaëdrische Gestalt, die Kanten durch eine Art Dodecaëder gerundet. Die wurmförmigen Gestalten von Matlock, auf Kalkspath aufgewachsen und von diesem umschlossen, die merkwürdigen Tafeln von Gonderbach zeigen vorherschendes O, vergl. Sadebeck, Bleiglanz, Taf. XV. Fig. 1 und 10. — Wie der Bleiglanz von Mineral point, Wisconsin, (N. Jahrb. f. Min. 1863. p. 545) so haben auch die Bleiröhren oder Röhrenerze von Raibl in octaëdrischem Bau krystallisirt. (Pošepný in Jahrb. d. geolog. Reichsanst. 23. 1873 p. 372.)

Der eigentliche, geometrisch bestimmbare Treppenbau ist seltener beim Bleiglanz, häufiger das Anschwellen der Fläche, die polyëdrische Erhebung. Bei Krystallen welche in verschiedener Axenstellung zusammengewachsen sind, zeigt sich zuweilen, ähnlich wie beim Flussspathe, ein ungeregeltes Aufbauen von Treppen um die Kante des hemmenden Nachbarn; Fig. 33 (aus einer Gruppe von Pfaffenberg). Ein solcher Bau ist meist gerundet, entweder so dass messbare Winkel gar nicht ausgebildet sind (W. Kr. Taf. IV. Fig. 10. 11), oder aber dass die Winkel spitzer und stumpfer als ein rechter sind; Fig. 33.

Unter dem nicht bedeutenden Material von Bleiglanzen welches dieser Untersuchung zu Gebote stand, gelang es nicht sicheres über die Anlage des betreffenden krystallinischen Baues festzustellen. Einiges Wenige mag angedeutet werden.

Auch beim Bleiglanze findet sich zuweilen eine Verschiedenartigkeit der Zeichnung auf einzelnen Würfelflächen, wie dies bereits in W. Kr. Taf. IV. Fig. 12. 13 von Matlocker Krystallen dargestellt worden ist. Es ragt an solchen unregelmässig gefügten Bauten die Octaëderfläche über die Würfelfläche vor, diese ist zunächst der Combinationskante $\infty O\infty : O$ erhöht, während von der Mitte der Würfelfläche her eine Streifung normal zur Kante $\infty O\infty : \infty O\infty$ zu bemerken

ist. So scheinen in verschiedener Stärke zwei Systeme von Thätigkeitsrichtungen ungeregelt zusammenzugreifen, welche genauer zu bestimmen, vorerst nicht möglich ist. Es erscheinen die Streifen normal zur Hexaëderkante als vierfach gerichtete Gruppen von spiessigen Kegelbildungen oder Krystalltheilen, ähnlich wie solche, dreifach zusammengeordnet, auf der oP Fläche des Kalkspaths sich finden (s. »Krystallgestalten des Kalkspaths« Taf. V. Fig. 136. 137. 145, in Senckenb. Abhandl. Bd. X). Ein parallel gerichteter Treppen- oder Furchenbau ist es nicht. Vielleicht ist ein anderes System von Thätigkeitsrichtungen in den dreiflächigen Erhebungen auf O zu suchen, in der Herstellung von mO, in der Furchung von ∞O. Diese Furchung zieht sich in langgestreckten Kegelformen, oder in mehr paralleler Richtung entlang der Combinationskante mit O, Taf. I, Fig. 28. Die horizontal gerichteten Vertiefungen auf ∞O, wie sie z. B. W. Kr. Taf. IV. Fig. 12 nach einem Matlocker Krystall dargestellt sind, erglänzen beiderseitig mit $\infty O \infty$. Der ungeregelte Bau ist nicht nur äusserlich zu erkennen, sondern auch innerlich. Die Spaltungsflächen sind erhoben nach einer diagonalen Richtung, in derselben unregelmässig gefurcht.

Der Pyrit bietet unter den regulären Krystallen dem Studium die grösste Mannigfaltigkeit und ein ganz besonderes Interesse; er weicht von den übrigen regulären Mineralien wesentlich ab in seinem Bau, in der Flächenbildung und in der Gestaltung. Wenn auch sein Bau zu der Würfelform und zum Octaëder in gleicher Weise sich eignet, so tritt daneben noch eine dritte Form auf, welche nicht weniger Bedeutung hat wie die genannten, das Pentagondodecaëder $\frac{\infty O 2}{2}$. Nur wenige Mineralien stimmen in Betreff solcher Mannigfaltigkeit der Gestaltung mit dem Pyrit überein; der Glanzkobalt ist zu eingehendem Studium bei der Kleinheit der Krystalle kaum zu verwenden. Während sonst die regulären Krystalle meist ein vierfaches Zusammenwirken von Thätigkeitsrichtungen auf der Würfelfläche andeuten, zeigt der Pyrit Furchung oder Treppenbildung in wechselnder Richtung auf den benachbarten Flächen.

Gerade diese eigenthümliche Furchung des Pyrit verspricht eine wesentliche Beihülfe beim Erforschen seines Baues. Sie wird auf dem Pentagondodecaëder als horizontal, oder parallel der Kante zu $\infty O \infty$ bezeichnet; zuweilen ist sie aber vertical, d. h. parallel der Combinationskante mit $\frac{4O2}{2}$. In der ausgezeichneten Arbeit von Strüver ist p. 34 und Fig. 172 ein Krystall von Elba hervorgehoben, an welchem diese zwei Systeme einer Streifung rechtwinklig sich kreuzen oder, richtiger gesagt, gegen einander stehen, zusammen geordnet

sind; die eine Streifung hört auf wo die andere sich Geltung verschaft hat in rechtwinkliger Parquetzeichnung. W. Kr. Taf. VI. Fig. 48. 59. G. Rose, Hemiëdrie und Therm. 1871. Fig. 9. Man hat sich meist darauf beschränkt, diese verschiedene Furchung des Pentagondodecaëders mit den verschiedenen Fundorten und Combinationen des Pyrit zusammenzustellen, es bleibt aber die Veranlassung selbst noch aufzusuchen. Wie beim Kalkspath ein innerer Zusammenhang der verschiedenen Gestaltung, so auch scheint beim Pyrit überall eine und dieselbe Anlage zu bestehen, welche sich zum Octaëder ausbildet oder zum Würfel; vielleicht ist die letztere eine vollendetere, das Octaëder eine mangelhaftere Entwickelung; aber nicht der Würfel, sondern das Pentagondodecaëder kommt am häufigsten selbständig vor beim Pyrite, dies soll die eigentlich charakteristische Gestalt desselben sein, und gleich häufig bei positiven wie bei negativen Krystallen. Ueber das »Wesen der Hemiëdrie« wissen wir noch nichts sicheres, allein es hat den Anschein, als ob das Pentagondodecaëder genau in der Mitte stehe, nicht nur krystallographisch zwischen Octaëder und Hexaëdergestalt, sondern ebenso zwischen der Entwickelung zum octaëdrischen und zum hexaëdrischen Bau. Wir müssen weiter unten wieder hierauf zurückkommen.

Jede Furchung ist, ebenso wie die Gitterung einer Fläche, Zeugniss eines ungeregelten, mangelhaften, unvollendeten Baues. In Fig. 34*a*, ein Pyrit anscheinend von Traversella, macht die verschiedene in einander übergehende Furchung es wahrscheinlich, dass die Missbildung auf dem Zusammenwachsen von Krystallen verschiedener Axenstellung beruht. Auch auf den Würfeln von Tavistock deutet die Knickung der gefurchten Flächen auf ein solches Zusammenwachsen. Solche Würfel zeigen auf ihren Flächen fast ausschliesslich die Parallelfurchung, in Combinationen macht sich auf der Würfelfläche mehr der sechsseitige Treppenbau bemerklich. Fig. 34*b*, 49. Es ist unverkennbar dass auch bei dem Pyrit die polyëdrischen Erhebungen in Wechselwirkung oder in Zusammenhang stehen mit der Missbildung, und auch mit dem Auftreten benachbarter Flächen. Die Parallelfurchung auf dem reinen Würfel des Pyrit, z. B. von Tavistock, deutet das überwiegende Vorherschen der hexaëdrischen Ausbildung an, in Vertiefungen, wie bei dem Auftreten von Erhöhungen, ist zuweilen die Combinationskante mit octaëdrischen Formen schwach zu bemerken. Fig. 40, 43. Oft ist dabei die Richtung der Furchen- oder Treppenwände gebogen, die Erhöhung selbst kegelförmig abgerundet. Fig. 39, 44. Auf Würfelgestalten von Pyrmont und vom Haslithal ist die Ausbildung der Würfelflächen gestört, meist durch kleinere eingewachsene Pyrite, die Furchung ist in Bündeln kegelförmig gruppirt. Fig. 37, 39, 41*a*, 41*b*. An grossen missbildeten Würfeln von Johanngeorgenstadt, Gewerkenhoffnung, sind zahlreiche wulstenförmige Gruppen parallel gerichtet, durch Hohl-

formen geschieden, Fig. 38, a. b. Solche gerundete Formen schimmern stellenweise ein mit $\frac{\infty O 2}{2} \cdot \frac{4O2}{2} \cdot O \cdot \frac{3O^{3/2}}{2}$, ihre Hauptaxe fält zusammen mit der Furchung der Würfelfläche. Es sind poliëdrische Erhebungen mehr oder weniger über die ganze Würfelfläche convex aufgebaut. An würfligen Krystallen von Lammersdorf bei Montjoie ist der rechte Winkel nicht hergestelt, die mangelhafte Ausbildung desselben geht mit der ungeordneten Furchung von $\infty O \infty$ Hand in Hand. Je feiner und zärter die Furchen und Erhebungen, desto mehr vollendet die hexaëdrische Gestalt, desto glänzender die Fläche $\infty O \infty$.

Das convexe Anschwellen der Würfelfläche in ihrem mittleren Theile ist beim Pyrit etwas sehr häufiges, besonders bei strahligen, kugligen Gruppen, z. B. von Almerode (vergl. Taf. III. Fig. 67—73). Je mehr solche Krystalle in der Strahlenrichtung nach einer (Haupt-) Axe überwiegend verlängert sind, Fig. 72, desto gerundeter $W = \infty O \infty$; je gleicher die Krystallaxen desto mehr auch $\infty O \infty$ geebnet und geglättet. Es sind die Unregelmässigkeiten auf den Krystallflächen keineswegs als »Zufälligkeiten« zu bezeichnen oder zu deuten. Strüver hat auf Taf. 12 und 13 eine sehr interessante Sammlung derselben für den Pyrit zusammengestelt; erklären können wir sie nicht überall.

Es ist nicht zu sagen ob die Erhebungen auf $W = \infty O \infty$ von einer bestimmten Stelle ausgehen. An mancher Würfelbildung hat es den Anschein als ob der Aufbau von zwei gegenüberliegenden Kanten aus erfolge, z. B. an Krystallen von Schappach, von Pyrmont, von Lüneburg, Fig. 39, 41 *a b*, 44; auf andern aber gehen die polyëdrischen Erhebungen nur von einer einzigen Kante aus, Fig. 34 *b*, oder sie stehen mit treppigem Aufbau in der Flächenmitte, Fig. 35, 36, 49, W. Kr. Taf. VI, Fig. 43, 44. Auf dem goldgelben Pyrit von Cornwall, St. Ives, mit vorherschendem $\frac{\infty O 2}{2}$, Fig. 35 (Strassburger Sammlung) sind solche Erhebungen reihenweise wiederholt, auf andern ähnlichen Krystallen von Elba, Fig. 36, hat sich der vierfache Treppenbau zwischen den beiden Pentagondodecaëderflächen zu einer einzigen vierseitigen Erhebung zusammengeordnet. Wir ersehen aus solcher Mannigfaltigkeit dass die Ausbildung der Fläche von der Herstellung der Kante unabhängig vor sich gehen kann, dass die Ausfüllung derselben und die Fortbildung in sehr vielen Fällen nicht von der Kante aus, dass sie vielmehr an jeder Stelle der Fläche gleichmässig stattfinden kann.

Während auf der Würfelfläche des Pyrit eine Furchung nach den Kanten des Würfels oder auch polyëdrische Erhöhungen sich darstellen, manchfach modificirt durch auftretende Secundärflächen, ist der polyëdrische Aufbau der Octaëderfläche, nach der Kante zu $P = \frac{\infty O 2}{2}$

gerichtet, ein vorherschend dreiseitiger, ebenso in den Erhebungen, wie in den Vertiefungen. Fig. 53. 61, 62. Allein auch hier machen sich mancherlei Modificationen geltend mit dem Auftreten von Secundärflächen; es ist die dreiseitige Treppenbildung ganz gewöhnlich gerundet zur Combinationskante mit $f = \frac{3O^{3}/_{2}}{2}$ oder gebogen nach $s = \frac{4O2}{2}$, mag sie nun sich erheben in den Ecken der Octaëderfläche oder in der Flächenmitte. Es glänzen oder schimmern die Treppen mit den anliegenden Flächen ein, allein nicht immer machen sich alle drei Treppensysteme bemerklich, zuweilen ist es nur eine spiessige Häufung welche von einer der Octaëderkanten ausgeht, Fig. 51, oder es sind deren zwei welche von einem störend eingewachsenen Mineral auslaufen, Fig. 45. So glatt und glänzend meist das Octaëder gebildet ist wenn es untergeordnet an der Würfelgestalt auftritt, so rauh, streifig, gerundet, wo es vorherscht, Fig. 53, 55. Die Unebenheit beruht auf dem dreifachen Ineinandergreifen von treppigen Gruppen oder spiessigen Erhebungen ohne geometrisch bestimmbare Begrenzung. Die Flächen der Stufen sind einerseits als O zu bezeichnen, andererseits schimmern sie mit f ein, oder mit s, oder gerundet mit beiden. So unbestimmbar meist die Erhebungen auf O, ebenso die Vertiefungen, die nicht erfüllten Hohlformen, Fig. 62, 66. Es werden dieselben nicht eigentlich »hervorgebracht« durch diese oder jene Fläche, sie werden gerade so gebildet wie diese Flächen auch; es wechselt ihre Gestalt mit der verschieden ausgeprägten Bildung des Krystalls; bei einfacher Gestalt desselben sind auch die Hohlformen von wenigen Flächen begrenzt, bei gehäuften Uebergangsflächen schimmern sie nach vielen Richtungen ein. Auf der unebenen Octaëderfläche ist auch eine geradlinige Begrenzung der Hohlformen nicht zu finden, die Winkel sind ausgeschweift, hakenförmig, gerundet, sie sind auf einer und derselben Octaëderfläche oft dreifach verschieden gerichtet, Fig. 55, 62, 63. Hohlformen sind stets Andeutungen eines unvollendeten Baues; bei wohlausgebildeten Krystallen mögen sie kaum zu finden sein, wol aber in Gesellschaft der polyëdrischen Erhebungen.

Bei dem Pyritoëder $\frac{\infty O2}{2}$ ist der verschiedenen Streifung bereits gedacht worden. Es hängt dieselbe zusammen mit der Entwickelung des Baues zur würfeligen oder aber zur octaëdrischen Gestaltung. Die erstere steht zusammen mit der horizontalen, die octaëdrische mit der verticalen Furchung, oder es zeigt sich die erstere wo die octaëdrische Ausbildung, die letztere wo die Würfelgestalt zurücktritt, Fig. 48, 50; demgemäss sei auch die Bezeichnung geschieden. Indess ist bei dem horizontalen Treppenbau selbst wieder zu bemerken dass er entweder mit dem oberen $\infty O\infty$ einglänzt, oder aber, weit seltener und feiner gebildet, mit dem unteren ∞O. Dieser letztere gehört zum vorherschend octaëdrischen, nur der erstere

zum würfligen Bau. Das Dodecaëder ist beim Pyrit, wenn nicht eine seltene, doch eine selten gross und wohl ausgebildete, noch seltener eine herschende Fläche. In der trefflich geordneten akademischen Sammlung von Strassburg findet sich sub No. 21 ein kleiner Krystall von Freiberg $\infty O . O$, an welchem die spiessige Wulstenbildung gegen die vierflächige Ecke gerichtet ist, Fig. 46; sie wäre also wol eher mit der verticalen Furchung von $\frac{\infty O2}{2}$ zusammenzustellen. In der weitberühmten Krantz'schen Sammlung, jetzt in Poppelsdorf, befindet sich ein faustgrosser Pyrit von Waldenstein an welchem $\infty O . \frac{\infty O2}{2}$ und $2O2$ sehr vorherschend ausgebildet sind, mit einem schmalen $W = \infty O\infty$ und rauhem Diploëder. Das Pyritoëder ist breit vertical gefurcht, und in derselben Richtung zum Theil auch das Dodecaëder stenglig gefügt.

Strüver p. 37 theilt mit, dass $\frac{\infty O2}{2}$ in Gesellschaft von $\frac{3O^3/_2}{2}$ parallel der Kante zu $\infty O\infty$ — also horizontal — gestreift sei, in Gesellschaft von $\frac{4O2}{2}$ aber normal auf $\infty O\infty$, also vertical. Dies ist häufig der Fall aber nicht immer. Es ist zuweilen die horizontale Furchung auf $\frac{\infty O2}{2}$ an beiden Enden gleichmässig begrenzt durch die Combinationskante zu $\frac{4O2}{2}$, die verticale aber schimmert oben in schmaler Treppenbildung mit $\infty O\infty$ ein, nach unten in feiner Streifung mit $\frac{3O^3/_2}{2}$, Fig. 42, 50; da sie nun, ebenso wie die horizontale Furchung, in der Erstreckung jedoch verschieden, seitlich mit $\frac{4O2}{2}$ Treppen bildet, so treffen auf der Kante $P:P\left(\frac{\infty O2}{2}:\frac{\infty O2}{2}\right)$ einerseits spiessige Formen $P:f$, andererseits $P:s$ in Abrundung zusammen. Sie bilden die schuppenartigen Einkerbungen, welche sich besonders in Elba finden. Fig. 50, 42. W. Kr. Taf. VI, Fig. 59. Wie bei dem Quarze (vergl. über den Quarz II, p. 22—31) die gerundeten Flächen s und x ($2P2$ und $6P^6/_5$) die Stelle andeuten, wo verschiedene Thätigkeitssysteme des Quarzbaues zusammentreten, sich verbinden, so bei dem Pyrit die Flächen f und s $\left(\frac{3O^3/_2}{2}\right.$ und $\left.\frac{4O2}{2}\right)$. Sie scheinen in mehrfacher Hinsicht die eigentlichen oder wesentlichsten Uebergangsflächen des Pyrit zu sein, kommen als vereinzelte Form nicht vor. In der Art und Weise wie die verschiedenen Systeme der bauenden Thätigkeitsrichtungen sich gruppiren, werden wol spätere

Forscher hier, wie beim Quarze, die Verschiedenheit der Anordnung des Baues der rechts und der links gewendeten Krystalle auffinden. Die Spitzen der abgeflachten Kegel welche die gekerbte Kante P : P oder P : O bilden, scheinen bald gegen die Würfelfläche gerichtet, bald in umgekehrter Lagerung, Fig. 50, 61. An dem grossen merkwürdigen Krystall von Waldenstein welcher aus der Krantz'schen Sammlung bereits erwähnt wurde, befindet sich zwischen W, P und ∞O $\left(\infty O\infty \,.\, \frac{\infty O2}{2}\right.$ und $\left.\infty O\right)$ eine rauhe Stelle, durch unmessbare dreiflächig polyëdrische Erhöhungen gebildet, in welchen verschiedene Systeme stengliger, spiessiger Formen zusammenzutreten scheinen. An Krystallen von Traversella zeigen sich solche Gipfelgruppen als Resultat von Thätigkeitsrichtungen auf dem Eck P : f : s : W $\left(\frac{\infty O2}{2} : \frac{3O^{3}/_{2}}{2} : \frac{4O2}{2} : \infty O\infty\right)$. Es muss vorerst genügen, die Aufmerksamkeit des Forschers auch auf diesen Gegenstand zu richten.

Dass auch beim Pyrit, wie beim Kalkspath ein innerer Zusammenhang der Ausbildung verschiedener Flächen besteht, zeigt sich überall. Wenn, z. B. an Krystallen von Traversella, eine Fläche 4O2 breit und gross ausgebildet ist, dann zeigt sie gewöhnlich eine rauhe, ungeregelte, wellige Furchung, in welcher Streifen $\infty O\infty$ mit $\frac{\infty O2}{2}$ einglänzen, während andererseits auf dem Treppenbau von $\infty O\infty$ die Fläche $\frac{4O2}{2}$ mit $\frac{\infty O2}{2}$ in Punkten zu finden ist. Fig. 47. 52. Hat der Krystall ein kleines O ausgebildet, so glänzt auch dieses in all den ungeregelten Furchen auf $\frac{4O2}{2}$ ein, ebenso auf den Höckern der gerundeten Kanten.

An den mehr octaëdrisch entwickelten Pyriten, z. B. von Elba, ist zum Theil O ziemlich im Gleichgewicht mit $\frac{\infty O2}{2}$, ein ungeregelter Gruppenbau an welchem die Würfelfläche kaum, oder nur in Punkten gereiht sich zeigt. Fig. 48. 50. Das Pyritoëder ist an solchen Krystallen vertical gefurcht, die gerundeten Furchen glänzen ein mit einer Kegelbildung auf den Kanten zu P, welche einerseits zu einem s zusammentritt, andererseits als f sich gruppirt. Fig. 50. 52. 61.

Wir haben jedenfalls beim Pyrit zweierlei Richtung der kegel- oder spiessförmigen Erhebungen zu beachten, einmal nach der Furchung von $\infty O\infty$, Fig. 38—41, sodann in der Kantenrichtung $\frac{\infty O2}{2}$: O, dreifach gegen die erstere Thätigkeitsrichtung gewandt, Fig. 50, 55, 61. Je nachdem nun die eine oder die andere Richtung vorherschend sich geltend macht, scheint der würflige Bau mehr zur Ausführung zu kommen mit der horizontalen Furchung auf

$\frac{\infty O2}{2}$, oder aber der octaëdrische Bau mit der verticalen Furchung. Es ist dies eine auf zahlreiche Untersuchungen und Thatsachen gebaute Folgerung.

Die Flächen f und s, $\frac{3O^3/_2}{2}$ und $\frac{4O2}{2}$, meist im Treppenbau auftretend, glänzen in demselben mit den Hauptflächen ein, einerseits mit $\infty O\infty$, andererseits mit O. Sehr beachtungswerth scheint bei dem Vorherschen der genannten Secundärflächen die mangelhafte Ausbildung derselben, sowie der Kanten des Krystalls. Herscht f vor, z. B. an Pyriten von Traversella, so ist gewöhnlich $\frac{\infty O2}{2}$ und O glänzend ausgebildet, W = $\infty O\infty$ aber mangelhaft und in gerundeter Treppenbildung auf der Kante f:f einschimmernd, Fig. 56. Seltener herscht s vor, es ist mehr im Gleichgewicht mit $\infty O\infty$ und $\frac{\infty O2}{2}$, die drei Kanten s:s gerundet, Fig. 47.

Bestimmter ist der Zusammenhang der verschiedenen Gestalten auf vorherschendem Pyritoëder zu erkennen, dessen Kanten treppig durch s und f ersetzt sind, z. B. an Krystallen von Elba $\frac{\infty O2}{2} . \infty O\infty . \frac{3O^3/_2}{2} . \frac{4O2}{2} . O$. Die Pyritoëderflächen sind überdeckt mit Hohlformen in welchen sämmtliche anliegenden Flächen einglänzen, und auch auf dem Treppenbau der Kanten schimmern $\infty O\infty . \frac{4O2}{2} . \frac{3O^3/_2}{2}$ und in Punkten O. So scheint $\frac{\infty O2}{2}$ eine Mittelstellung einzunehmen, gleich nahe mit O verwandt, wie mit $\infty O\infty$, und bei ungeregelter Bildung ebenso O vortreten lassend, wie auch $\infty O\infty$ in Pünkt̲chen und schmalen Streifen oder Reihen. Wenn O vorherscht, z. B. auf Krystallen von Elba, Fig. 48, 50, zeigt sich ein solcher Zusammenhang der Gestalten an der verticalen Furchung von P, auf der stengligen Sonderung ist oben $\infty O\infty$ in Punkten zu finden oder in feinen Streifen, die Seiten der Stengel aber schimmern gerundet mit je einem s. Fig. 57.

In dem Aufsatze über den Zusammenhang zwischen hemiëdrischer Krystallform und thermoelectrischem Verhalten beim Eisenkies, 1870, p. 340—344 beachtet G. Rose sehr aufmerksam die Streifung auf den Pyritoëderflächen des Eisenkieses, bemerkt dass die Flächen des positiven Pyritoëders vorzugsweise horizontal parallel den Combinationskanten mit dem Hexaëder gestreift seien, gedenkt dann aber positiver Pyrite von Elba auf welchen verticale Streifung gefunden werde. Das Hexaëder sei häufiger bei positiven Krystallen, das Octaëder bei negativen, das Pyritoëder, die eigentlich charakteristische Form des Eisenkieses, sei gleich häufig bei negativen wie bei positiven Krystallen. Das verschiedene electrische Verhalten des

Eisenkieses steht höchst wahrscheinlich in Zusammenhang mit der Anlage seines Baues, insofern auch mit dem Resultat desselben, mit der Krystallform. Vielleicht dürfte dabei weniger das Auftreten dieser oder jener Flächen zu beachten sein, als das verhältnissmässige Zurückbleiben und die mangelhafte Herstellung bestimmter Flächengruppen. Fig. 57.

Der Pyrit von Waldenstein bietet hierzu eine reiche Mannigfaltigkeit. Er ist neuerdings von Herrn Rud. Helmhacker bearbeitet worden, eine sehr zweckmässige Ergänzung der Strüver'schen Untersuchungen. (Tschermack, Min. Mittheil. 1876. 1.) Wie bei dem Pyrit von Elba, so ist auch bei dem von Waldenstein eine Störung des Baues zu verfolgen, die Krystalle sind mit blättrigem Hämatit verwachsen. Die reiche Zahl von Flächenzonen und von treppigen Häufungen um das Octaëder her weisst uns hier besonders auf die Bedeutung der Zonen bei dem Bau der Krystalle. Das Octaëder ist nicht gross aber glänzend gebildet, in scharf begrenzter Treppenbildung nach den anliegenden Flächen, das Hexaëder aber ist meist nur in der Rundung der Kante P : P zu entdecken, in Punkten gereiht, oder auch ausgezackt durch zwei Flächen ∞O, (s. Helmhacker Taf. I. Fig. 6). Das Auftreten zahlreicher Flächenzonen zwischen Octaëder und Pyritoëder ist ebenso zu beachten wie die Streifung auf P. Diese glänzt einerseits mit W oder einem flacheren Pentogondodecaëder ein, andererseits mit dem Dodecaëder. Schärfer und stets einglänzend mit s ist die verticale Furchung welche hier eine häufigere ist, zuweilen an der horizontalen Streifung absetzt, nicht sie kreuzt. So scheint auch hier wieder das Pyritoëder ein Mittelglied zu sein in welchem der Würfelbau und der octaëdrische sich berühren oder theilweise zusammenfallen. In der Furchung von s schimmert f ein, und auf gerundeten Flächen f ist zuweilen die zweifache Streifung zu bemerken, die eine in der Richtung der Combinationskante zu s, die andere aber zu P. Fig. 56, vergl. Strüver, Taf. XIII. Fig. 156. In W. Kr. Fig. 55 ist aus Versehen nur die erstere angedeutet, nicht auch die letztere.)

Aber wie ist der Uebergang aus der einen Gestalt in eine andere, verwandte zu erklären? Es kann ein solcher nur stattfinden, wenn die Anlage zu beiden in der Anlage des Baues selbst schon vorhanden ist. Wir glauben verschiedene Thätigkeitsrichtungen oder Systeme von solchen bemerkt zu haben. Was wir als Thätigkeitsrichtung bezeichnen, ist eigentlich ein sichtbares Resultat von Kraftäusserungen welches im ungeregelten Bau der Flächen und Kanten sich zeigt. Ueber das Zusammenwirken verschiedener Systeme von solchen Kraftrichtungen und über das Ergebniss der Flächenbildung können wir vorerst bestimmteres nicht aussprechen; vielleicht werden wir später aus der ungleichen Thätigkeit des Krystalls nach den verschiedenen Richtungen eine auf Gesetze der Mechanik gegründete Schlussfolge, für die verschiedene Ausbildung der Uebergangsflächen insbesondere, ziehen können. Ungleiche Ergebnisse der Thätigkeit des

Krystalls sind überall zu finden, wir brauchen nur die spiessigen Gruppen oder die treppigen, ausgefransten polyëdrischen Erhebungen auf der Fläche O zu studiren; und wie die Erhebungen, so auch die Begrenzung und die Richtung der Vertiefungen (s. z. B. Fig. 62. 63).

Ein Mineral hat stets die gleiche Spaltbarkeit oder Absonderungsweise. Wenn es »zuweilen« andere Spuren von Spaltbarkeit zeigt, so liegt dem immer eine mangelhafte Ausbildung zu Grunde, nicht die verschiedene äussere Gestaltung, welche selbst erst ein Resultat dieser inneren Ausbildung ist. Bei missbildeten Pyriten sind kurze Spaltungsrichtungen nach O oder auch nach P zu entdecken, oder, wie bei Krystallen von Almerode, nach W. An Krystallen von Traversella, vorherschend octaëdrisch gebaut, glänzen unzählige kleine Spaltflächen mit f ein.

Hemiëdrie. Beim Pyrit wie beim Kobaltglanz macht sich eine Erscheinung geltend welche wir beim Bleiglanz und beim Flussspath nicht finden, die Hemiëdrie. Die hemiëdrischen Gestalten unterscheiden sich bekanntlich von den holoëdrischen nicht durch die Lage der Flächen, wol aber durch das Auftreten derselben mit nur der halben Anzahl. Worauf beruht nun eine solche eigenthümliche Ausbildung? Es scheint diese Frage aufs innigste zusammenzuhängen mit einer andern, in welcher Weise nämlich die Flächenbildung der Krystalle überhaupt vor sich gehe. Nach Allem was hier aufgestellt worden ist, entsteht eine Fläche durch das geordnete Zusammenwirken verschiedener Thätigkeitsrichtungen des Krystalls; fallen je zwei solcher Richtungen in eine Ebene, dann müsste auch die Anzahl der gebildeten Flächen um die Hälfte sich verringern, oder dann müssten zwei gleichbedeutende Flächen in eine Ebene fallen. Die Veranlassung würde mit dem Resultat stimmen. Es könnte aber ein solches Zusammenfallen von Thätigkeitsrichtungen nur dann eintreten, wenn dieselben zweien verschiedenen Systemen angehörten, wofür beim Pyrit allerdings Anzeichen sich vorfinden; es sind dieselben bezeichnet worden als System des Würfelbaues und System des octaëdrischen Baues.

Es ist uns noch nicht möglich zu deuten welche Beziehung die »drehenden Erscheinungen« an und in den Krystallen zur hemiëdrischen Ausbildung derselben haben. Sohncke »über die unbegrenzten, regelmässigen Punktsysteme als Grundlage einer Theorie der Krystallstructur« stützt sich auf die Annahme dass die optische Drehwirkung der Krystalle ihren Grund in einer schraubenförmigen Anordnung der Molecüle habe. Eine Aufschichtung gleichgeformter Molecüle würde bei den regulären Krystallen kaum eine drehende Erscheinung hervorrufen, werde sie von rechts nach links oder in anderer Richtung vorgenommen. Knop »Molecular-Constitution« scheidet unter den krystallbauenden Kräften der Atome eine fortbewegende Kraft und ein Kräftepaar welches das Atom um eine durch den Schwerpunkt gehende Axe zu drehen strebe. Wir suchen bis jetzt vergebens nach einer festen Grundlage diesen Vorgang zu erklären, werden

sie vielleicht finden, wenn wir von der Aufschichtung der Molecüle absehen, und die Resultate der bauenden Thätigkeit des Krystalls in den ungeordneten Theilen desselben aufsuchen. Als Leydolt seine interessanten Untersuchungen am Quarze machte, suchte er die Erscheinungen im polarisirten Lichte in Uebereinstimmung zu bringen mit dem Auftreten von Trapezoëdern rechts oder aber links. Bei dem Aetzen der Platten fand er Vertiefungen deren Flächen oder Begrenzungswände über einander griffen, die einen nach rechts, die anderen nach links. Der Krystall muss in drei Richtungen wenigstens gebaut haben um solches Resultat zu Stande zu bringen; es kann dabei die Anlage des Baues eine verschiedene gewesen sein, nach rechts oder nach links; allein möglicherweise hat auch eine ungeregelte Ausbildung des Baues in dieser oder in jener Richtung die verschieden vortretenden physikalischen Erscheinungen bewirkt. Ein regelmässig erfüllter und vollendeter Krystall wird in dieser Beziehung andere Resultate zeigen, als ein missbildeter, in stengliger Absonderung, von ungeregelten Spaltungsrichtungen durchzogener, von hohlen Räumchen erfüllter Krystall. Es sind, wie bereits bemerkt, auf missbildeten Octaëdern des Pyrit die Hohlformen nach verschiedenen Richtungen zugespitzt, gerundet, von geschwungenen Linien begrenzt. Fig. 62, 63.

Die gewundenen Flächen und Gestalten sind weit seltener bei den regulären, als bei den säuligen Krystallen. Bei dem Bleiglanze finden sie sich am meisten an Missbildungen der octaëdrischen Form, z. B. v. Johanngeorgenstadt Fig. 29 und von Gonderbach. Auch im Innern solcher Krystalle zeigt sich in den Wänden der zelligen Räume die Biegung wieder. Ob dies häufigere Vorkommen Veranlassung habe in dem Vorherschen des dreifachen octaëdrischen Baues? Auch bei dem würfligen Bau, welcher vierseitige Erhebungen ausbildet, findet sich solche Drehung und Biegung der Krystallgestalt, z. B. an Pyriten von Pyrmont, von Montjoie und von Aussig; zwei an einer Fläche sich gegenüberliegende Kanten treten vor, die Flächenmitte ist concav zurückgeblieben; Gruppenkrystalle von Almerode haben rosettenförmig über Kugelformen in dieser Weise sich gebildet. Taf. III. Fig. 67, 71. Der treppig missbildete Pyrit von Freiberg, Mordgrube, gehört der Würfelbildung zu, allein er hat kaum einen rechten Winkel zu Stande gebracht, es finden sich stumpfe und spitze Winkel, wie bei dem Flussspath von Zschopau.

Die Pyrite von Kongsberg, deren bereits früher gedacht worden (W. Kr. p. 418 Fig. 57) eingewachsen in Kalkspath, vielleicht von demselben abgesprengt und umschlossen, zeigen meist unsymmetrisch verschobene Flächen, das vorherschende O fast immer in gerundeter Streifung oder im Treppenbau dreiseitig erhöht durch f. Fig. 59. Ist der Flächenbau auf f in einer Richtung zurückgeblieben, so zeigt die Fläche an der Stelle eine Rundung, ein Abfallen über

ungeordnete Treppenbildung, ähnlich wie ein solches in Fig. 156 bei Strüver dargestellt worden. Vergl. Fig. 56.

Nicht selten ist auch die Fläche des Pyritoëders verschieden ausgebildet in einzelnen Theilen, bei vorherschendem Würfelbau der Theil zunächst der Würfelfläche gerundet und horizontal gestreift, bei vorherschend octaëdrischem Bau aber dieser Flächentheil vertical gefurcht durch stengligen Bau welcher mit $\frac{4O2}{2}$ und mit kleinen $\infty O \infty$ einglänzt, s. Fig. 54, ein Krystall von Cumberland, Fig. 56. Die sämmtlichen Krystalle einer Druse sind dabei meist in gleicher Weise ausgebildet.

Die Skelettbildungen des Pyrit finden wir ebensowol bei vorherschend octaëdrischem Bau, wie bei hexaëdrischem. Zu der Abhandlung »Krystall und Pflanze« ist als Titelkupfer der Naturselbstdruck dendritischen Eisenkieses, wahrscheinlich vom Rammelsberg, beigegeben; die Verzweigungen bilden überall octaëdrische Formen. [1]) Von Schneeberg finden sich Pyritkrusten aus strahligen Stengeln über weggeführtem Minerale erwachsen, Fig. 64. 65. Die octaëdrische Gestaltung ist mit vierfach geordneten Wulstchen oder kegelähnlichen Formen bedeckt, deren Gipfel an den Stellen der Würfelflächen, der Basis, sich zusammendrängen. An kleinen Pyriten von Allevard, auf Kalkspath R^3 erwachsen, herscht der Würfel vor, das Octaëder ist sehr untergeordnet. In der diagonalen Richtung ebenso, wie den Kanten zunächst ist der Krystallbau zurückgeblieben. Fig. 58, vergl. W. Kr., Taf. VI. Fig. 45, 46.

Eines der interessantesten Vorkommen von Skelettbildungen bleibt das vielbesprochene von Gross-Almerode, Krystallgruppen von einer knolligen Masse strahlenförmig aufstrebend in der Combination O . W, mit einer bevorzugten octaëdrischen Axenrichtung. Bei allen diesen Gruppenbauten scheint das gedrängte Vorwachsen von wesentlichem Einfluss auf die Gestaltung derselben gewesen zu sein. Es zeigt sich die Störung auf allen Kanten, Flächen und Ecken, Fig. 66—72, das Zusammenwirken der Krystallbauenden Thätigkeit ist kein gleichmässiges gewesen, es sind die Würfelflächen gerundet aufgebogen, zu spitzeren und stumpferen Winkeln verzogen, die Octaëderflächen vertieft, mangelhaft erfüllt, auch die Kanten wie die Ecken gerundet, verschieden im Winkelmaass, oft mehrere Grade differirend. Bereits im Jahre 1828 hat Fr. Köhler in Pogg. Ann. (90) 14, p. 91, dies Vorkommen besprochen; es sei Pyrit, aber

[1]) Ueber den Werth und Unwerth dieser Arbeit ist bereits in dem Nachtrage 1862, und ebenso an verschiedenen Stellen späterer Arbeiten das Nöthige vom Autor selbst bemerkt. Derselbe hat die Schrift aus dem Buchhandel zurückgezogen. Da nun auf die beigegebene Tafel und Titelkupfer verschiedentlich Bezug genommen, ist derselbe bereit, den Nachtrag mit der Tafel unentgeltlich Denjenigen zuzusenden, welche dies wünschen sollten.

die unvollkommene Ausbildung der Krystalle, die ungleichwerthige Ausdehnung der Flächen, die mangelhafte Oberflächenbeschaffenheit erschwere die Bestimmung. An den Enden der Strahlen sei das Octaëder ausgebildet, an den Lateralecken sei der Würfel gekrümmt, in die Flächen des Pyritoëders übergehend. Die wechselnde Streifung sei bei den einzelnen Gruppenkrystallen gebildet durch dieselben Kanten und Flächen welche die ganze Gruppirung im Grossen besitze. Es seien nur »fortgewachsene Krystalle«, keine Zwillinge und Vierlinge. (Vergl. Fig. 69, Köhler Taf. II. Fig. 10.) Es sind diese Bemerkungen um so mehr zu beachten, weil der Pyrit von Almerode früher als Markasit bezeichnet worden ist, deshalb besonders geeignet sein dürfte, die Verschiedenheit des Baues beider Mineralien oder auch möglicherweise den Uebergang des einen in das andere darzulegen.

Bevor noch diese Arbeit nach Beseitigung aller Hemmnisse zum Drucke gelangen konnte, hatte Herr Prof. A. Sadebeck die Freundlichkeit, einen interessanten Aufsatz über die Krystallisation des Markasits und seine regelmässigen Verwachsungen mit Eisenkies zu senden. Da derselbe insbesondere auch Beziehungen zwischen den Formen des Markasits und Eisenkieses bespricht, konnte manche Bemerkung als jetzt überflüssig hier beseitigt werden. Die Gesichtspunkte von welchen die beiden Arbeiten ausgehen, sind aber verschieden, so mag einiges stehen bleiben. Es sind hier nicht die Formen und Winkel des Markasit und des Pyrit zusammengestellt und verglichen worden, sondern die Spuren einer bauenden Thätigkeit wie sie hier und dort sich finden. Dazu sind neben den Almeroder Pyriten besonders die Skelettbildungen von Folkstone beigezogen worden, welche strahlig von einem Centrum aus gruppirt stets nach einer octaëdrischen Axe erstreckt sind, so, dass normal zu der bevorzugten Strahlenrichtung eine stets unvollständig ausgebildete Basis oder Würfelfläche sich befindet. Fig. 84. —

Ich war nicht so glücklich, regelmässige Verwachsungen von Markasit und Pyrit krystallographisch bestimmbar aufzufinden; es waren stets Haufwerke von Pyriten welche mehr oder weniger gleichgerichtet nur eine ungefähre Bestimmung zuliessen, nicht aber mit nur einiger Zuverlässigkeit das Aufstellen von allgemein gültigen Gesetzen. Dabei habe ich bei solchem Vorkommen des Pyrit nie den reinen Würfel, die Hexaëderform bemerkt, stets nur die Combination $\infty O\infty . O$, oder, bei der Mangelhaftigkeit der Ausbildung, W. O. Dies besonders bei den böhmischen Speerkieszwillingen welche vom Pyrit fast gänzlich bedeckt, kaum die Kante 1:1 sich offen gehalten; die Endfläche P ist von Schuppchen und Tafeln des Pyrit dicht überlagert, Fig. 79, 95—96; hat aber dieser den Markasit ganz überzogen, so sondert er sich beim Zerfallen in Bruchstücke welche auf allen Flächen des umschlossenen Markasit ungefähr normal stehen. Fig. 77.

So lange die Deutung des Krystallbaues selbst noch auf schwankenden Hypothesen ruht, ist es nicht möglich die Veranlassung einer verschiedenen Krystallisation derselben Substanz in wesentlich verschiedenen Formencomplexen und mit verschiedenen physischen Eigenschaften, zu erklären. Wir können nur eine entferntere Veranlassung vielleicht andeuten, Sublimation, Schmelzung, warme und kalte Lösungen, bei welchen ein ähnliches Resultat sich gezeigt. Es sollen auch hier nur Thatsachen aufgesucht werden welche bei der einen und bei der andern Krystallisation zu bemerken sind, es mögen Missbildungen des Pyrit verfolgt werden soweit sie mit Missbildungen des Markasit zusammenfallen oder sich denselben nähern. Insbesondere wird in Betreff solcher Kennzeichen zusammenzustellen sein $\infty O \infty$ (W) des Pyrit mit oP (P) des Markasit, O und $\frac{3O^{3}/_{2}}{2}$ (f) des Pyrit mit $\breve{P}\infty$ (l) und $^{1}/_{3}\breve{P}\infty$ (r) des Markasit. Statt der streng krystallographischen Bestimmung der pyritischen Flächen wird besser die Bezeichnung durch Buchstaben einzuhalten sein, dabei wird man sich erlauben bei den strahligen Gruppen die Flächen normal zur bevorzugten Axenrichtung mit c, die beiden andern Würfelflächenpaare mit a und b zu kennzeichnen. Vergl. Fig. 74, 80, 85.

In demselben Muttergestein, zu Almenrode und auch bei Folkstone, findet sich der Eisenkies ausgebildet in pyritischer Gestaltung kugelig gruppirt, wie auch strahlig, als Markasit zu bezeichnen, anscheinend diese Bildungen in einander übergehend. Die Würfelfläche c ist entweder convex gerundet, in viele kleinere Gipfelchen gesondert, dicht zusammengedrängt, so in Folkstone, oder mehr in Theilkrystalle sich sondernd, in diagonaler Richtung sich rundend, wie in Almerode. Fig. 66—73. Bei der markasitischen Ausbildung der Krystalle findet sich die entsprechende Fläche entweder rauh gefurcht oder auch schwach erhoben in Kegelbildungen welche mit der Spitze gegen einander gerichtet sind, Fig. 88 (vergl. die Pyrite Fig. 41, 44) oder sie bildet einspringende Winkel, zwillingsartig, durch zwei oder durch vier Flächen umrahmt, Fig. 89, 96. Bei Pyriten von Tavistock, welche bei vorherschendem Würfelbau eine strahlige Gruppirung und hahnenkammförmige Rundung darstellen, Fig. 91, tritt weit mehr die gedrängte oder die treppige Wulstenbildung auf den Würfelflächen vor, ungeregelt in gerundeter Furchung wie bei dem würfligen Pyrit von Johanngeorgenstadt, Fig. 38 a b. Das Octaëder zeigt sich sehr untergeordnet nur an einzelnen Ecken. Auffallend sind an solchem Vorkommen die zahlreichen Hohlformen welche die Treppenbildung der wulstförmigen Erhebungen in der Axenrichtung durchziehen. Fig. 38 a. Sie deuten an, wie sehr mangelhaft vollendet die Ausbildung des Krystalls noch sei. (Vergl. Knop, Beobachtungen über Krystallbildung in Erdmann's Journal Bd. 40, p. 95 mit Fig. 8, 9).

Unter ähnlichen Verhältnissen wie in Folkstone finden sich in Yorkshire strahlige Gruppen des Pyrit eingewachsen, Hexaëder und Octaëder ziemlich im Gleichgewichte, Fig. 84; es ist ein Skelettbau nach einer bevorzugten Axe erstreckt, die Würfelflächen a in der gleichen Richtung kettenähnlich gereiht im Treppenbau, jedes Glied sich rundend. Indem der Pyrit im Skelettbau wuchs, blieben die Würfelflächen a mit dem unteren Eck unvollendet, während eine zweite und dritte Würfelfläche in der bevorzugten Axenrichtung sich anreihte, Fig. 84; der obere den Polkanten parallel gerichtete Flächenwinkel ist am besten ausgebildet wenn auch wesentlich spitzer als ein rechter Winkel. Wie die Würfelfläche a so ist auch die Octaëderfläche durchaus ungeregelt, sie ist den Polkanten entlang zusammengereiht aus sechsseitigen Theilflächen O, welche hüben und drüben nicht gemeinsam einglänzen. Der Winkel O:O beträgt weniger als 109° 28, da die Octaëderfläche in der (längeren) Diagonale eingebogen ist. Vergl. Fig. 72, 73.

Ganz ähnliche Bildung wie die hier beschriebene findet sich bei entschieden markasitischem Bau wieder vor, s. Fig. 80, 85; die Würfelfläche a ist wulstig gerundet, die der Polkante entlang erstreckten Octaëderflächen sind als l des Markasit zu bezeichnen, im Treppenwechsel gerundet nach r. Man glaubt eine Reihe von Uebergangsbildungen so verfolgen zu können, von Fig. 85 zu 80, zu 78 und dies wieder zu Fig. 79, mit den in Parquethäufung aufgebauten Würfelflächen und gestückten Octaëdertheilchen. Allein der Nachweis über einen solchen Zusammenhang und Uebergang bleibt erst zu erbringen, der blosse Anschein genügt dazu in keiner Weise. So wäre vor allem schwierig zu deuten dass beim pyritischen ungeregelten Bau die Würfelfläche normal zur verlängerten Axe convex gerundet ist, bei den meisten Vorkommen wenigstens, während bei der mehr markasitischen Gestaltung die zum Skelettbau erstreckte Axe in einer Vertiefung ausgeht welche als Resultat einer Zwillingsverwachsung gedeutet und beschrieben wird. Fig. 80. 78.

Noch grösser sind die Bedenken in Betreff der Würfelfläche b, welche beim pyritschen Bau kaum von a zu scheiden ist, während bei der markasitischen Gestaltung sie convex sich rundet, blechartig glänzend, stenglig zertheilt in geschwungenen Linien sich ausbiegt. Fig. 74—76, 81. Dabei ist häufig auf der Combinationskante b:O oder l eine vorragende Wand übergebaut, so dass die Fläche b wie eingebrochen, vertieft als vernachlässigter, zurückgebliebener Bau bezeichnet werden könnte. Aehnlich ist an Kalkspathen von Matlock der Treppenbau $-\frac{5}{4}R:-2R$ zurückgeblieben, während der Krystall in den Flächen R^3 vordrängt und überbaut. (Krystallgestalten des Kalksp. p. 17, Fig. 45, 48.) Es runden sich entlang dieser Flächen b kleine, glänzende Flächen, in der Fig. 76, 81 mit P bezeichnet, krystallographisch aber nicht wol zu bestimmen. In dem Treppenbau Fig. 76 sind es zur Seite eines kürzeren b fast

gleichseitige Dreiecke, lang aber erstreckt sind diese zur Seite von längeren Theilflächen b. Weiter würde hier die Frage zu berücksichtigen sein, in welcher Weise die Fügung des markasitischen Zwillingsbaues vor sich gehe, und inwieweit sie mit der Kantenbildung des Pyrit in Uebereinstimmung stehe. Es ist wol beachtenswerth dass beim Markasit die Kanten meist vertieft, oder vielmehr nicht vollständig hergestellt sind, Fig. 86, dass besonders in der zwillingischen Fügung des Speerkieses das Gleiche statt findet. Fig. 87, 89, 93, 95, 96. Es ist eine Rinne, eine mehr oder weniger scharfe Furche zurückgeblieben, statt der octaëdrischen Ecke rauhe, vierseitige Vertiefungen, Fig. 86, 95. In grosser Mannigfaltigkeit der Ausbildung sind diese zum Theil, besonders die kleineren, durchaus rauh, von erdiger Substanz erfüllt, oder von zwei oder vier kleinen glänzenden Flächen begrenzt, Fig. 89, 96, oder es treten solche ganz unvollzählig oder unsymmetrisch auf, gerundet in die Furchung hinüberziehend. Fig. 82, 87, 89, 96. Auffallend ist die Tiefe solcher Rinnen oder statt der schärferen Kante $\breve{P}\infty : \breve{P}\infty$ grösserer Markasite von Schlaggenwalde, gefurcht im Treppenbau gerundeter, unmessbarer Flächen. Fig. 83, 90, 93. Pyritknöllchen sind darin eingewachsen, die Hohlräume von erdiger Masse erfüllt.

Es sind auch hier wieder flache, kegelförmige Erhebungen zu bemerken welche in die Flächen $P\infty$ und $^1/_3\breve{P}\infty$ übergehen, Fig. 82, 87, zu vergleichen mit Fig. 55, 61 des Pyrit. Eine dreifache Anordnung derselben scheint nur bei dem Pyrite stattzufinden, bei dem einen wie bei dem andern Minerale wäre aber ein zweites oder mehrfaches System von Thätigkeitsrichtungen zu bemerken in der stenglichen Ausbildung der Fläche b, wie in der Wulstenbildung der Fläche c, in den Kegelformen von l und r. Fig. 81, 82, 88.

Wenn der Markasit in der That nur eine verzerrte Skelettbildung des Pyrit sein sollte, — was noch sehr zu bezweifeln ist, — so muss der mangelhaften Herstellung der äusseren Gestalt die Ausführung des inneren Baues entsprechen. Der Markasit hat weit weniger Festigkeit als der Pyrit; er ist brüchig, zeigt aber nicht den muschligen Bruch welcher dem Pyrit oft in ausgezeichneter Weise zusteht. Wie beim Quarze ausgeführt, (Quarz I. p. 40, Fig. 42) so ist auf muschligem Bruch eine kreuzweise Gitterung zu bemerken, nach welcher die Lösung der Krystallmasse bei Verletzungen von einer Streifung zur anderen überspringt. Ganz ähnlich zeigt sich dies Resultat auf der Bruchstelle des Pyrit, z. B. von Traversella, Fig. 92, 94, nicht aber beim Markasit. Dieser bricht uneben oder rauh, meist in der Richtung normal zur verlängerten Axe oder auch nach $\breve{P}\infty : \breve{P}\infty$.

Wol mit Unrecht wird die messinggelbe Farbe und die leichtere Verwitterbarkeit als charakteristisch für den Markasit aufgeführt. Die gleiche Farbe findet sich auch bei Pyriten von

Elba, von Traversella. Solche Krystalle, frisch dem Gestein entnommen, haben oft weisslichen Glanz, werden nach einiger Zeit rissig und zerfallen. Köhler hat das specifische Gewicht des Almeroder Strahlkieses besprochen, dasselbe zeige einen Uebergang vom regulären Schwefelkies zum Binarkies. Das specifische Gewicht steige von strahligen Massen durch drusige Octaëder, glattflächige Octaëder, Cubooctaëder, zum reinen Würfel derart, dass das Octaëder ein leichteres Gebilde zu sein scheine als der Würfel; die schlechteste Krystallisation, strahlige Massen seien aber am meisten der Verwitterung unterworfen.

Suchen wir nach einigen Resultaten der vorliegenden Untersuchung. Als solche lassen sich vielleicht hervorheben:

Es liegt der Ausbildung der verschiedenen regulären Krystalle eine verschiedene Anlage des Baues zu Grunde. Zeugniss davon giebt die sehr mannigfaltig vortretende Streifung Treppenbildung, polyëdrische Erhebung sowie die Hohlformen welche bei ungeregeltem Bau zu Tage treten, in verschiedener Weise bei den verschiedenen Species.

Es scheinen verschiedene Richtungen von Kraftäusserungen oder Thätigkeitsrichtungen bei einem Krystallbau zusammenzuwirken; wie es scheint so ist durch das geregelte Ineinandergreifen mehrerer Systeme derselben, die Herstellung bestimmter Kanten, Flächen und Spaltungsrichtungen bedingt. Durch Einwirkungen von aussen können solche Thätigkeitsrichtungen oder Kraftäusserungen in ihrem geregelten Zusammengreifen gestört, bevorzugt, gehemmt dadurch die eine oder eine andere Flächenbildung begünstigt oder veranlasst werden.

Bei den regulären Krystallen ist es vorzugsweise die hexaëdrische oder aber die octaëdrische Gestaltung welche zur Geltung kommt. Auf den Flächen des Würfels ist bei ungeregelter Ausbildung meist ein vierfaches Zusammendrängen in der polyëdrischen Erhebung zu erkennen, auf den octaëdrischen Flächen aber ein dreifaches.

Bei dem Pyrit nimmt das Pentagondodecaëder eine Mittelstellung ein zwischen diesen beiden; die verschiedene Richtung des Treppenbaues oder der Furchung auf Flächen desselben weist dabei auf die Bevorzugung des einen oder aber des anderen Systems von Thätigkeitsrichtungen hin, die horizontale Streifung von $\frac{\infty O 2}{2}$ auf den würfligen, die schiefe oder verticale aber auf den octaëdrischen Bau.

Es scheint die hemiëdrische Gestaltung des Krystalls auf das theilweise Zusammenfallen zweier verschiedener Systeme von Thätigkeitsrichtungen in eine Ebene bezogen werden zu müssen.

Das Zusammenwirken verschiedener Gruppen oder Systeme von Thätigkeitsrichtungen würde nach den Gesetzen der Mechanik gewisse Wachsthumsergebnisse vermitteln, als deren Resultate eine grössere oder geringere Anzahl und Mannigfaltigkeit von Flächen anzusehen seien.

Der Krystall baut im Ganzen wie in jedem kleinsten Theile; eine Störung ist nicht nur an der betreffenden Stelle, sondern auch in weiterer Umgebung zu verfolgen; die jeweilige Ausbildung von Secundärflächen ist auf den polyëdrischen Erhebungen der benachbarten Flächen meist angedeutet oder ausgesprochen. Wie die polyëdrischen Erhebungen so steht auch die Form der beim Krystallbau zurückgebliebenen hohlen Räume in Uebereinstimmung und Wechselbeziehung mit dem Auftreten und der Ausbildung benachbarter Flächen. Sie sind leicht und bestimmt von sogenannten Aetzformen zu scheiden, deuten stets ungeregelten, unvollendeten Bau an.

Die sich kreuzende Gitterung auf Krystallflächen ist wol auf das sich kreuzen von Thätigkeitsrichtungen zurückzuführen; je ungeordneter das Zusammenwirken, je grösser das Vorherschen eines Theils derselben, desto unvollendeter die Flächenbildung, desto abweichender das Maass der Winkel an Ecken und Kanten. Ausgezeichnet findet sich beim Flussspath die gitterartige Furchung aus welcher entweder der Pyramidenwürfel sich ausbildet oder aber der 48flächner.

Es bleibt noch festzustellen ob eine mangelhafte Ausbildung zur Scheidung von Pyrit und Markasit Veranlassung gewesen, oder aber ein verschiedenes Zusammenwirken der den Krystallbau bedingenden Thätigkeitsrichtungen.

In dem Skelettbau der Krystalle ist ungeregelte und mangelhafte Bildung zu erkennen wie in den Hohlformen und in den gitterähnlichen Erhebungen auf Krystallflächen; am auffallendsten zeigt sich dieselbe an Hüttenproducten.

Wenn Herr Dr. F. Pfaff in einem Aufsatze über Structur der Berylle (Pogg. Ann. Bd. 124 p. 448) gewiss sehr richtig Abweichungen von dem optischen Verhalten, ebenso wie Abweichungen der Kantenwinkel, in Unregelmässigkeiten des Gefüges sucht, so wird der Mineraloge überall die Bestätigung finden dass Störuugen in der gesetzmässigen Bildung, Abänderungen der regelmässigen Form im Gefolge haben.

Auch diese Untersuchung hat wieder darauf geführt dass die Gestaltung der Krystalle in ihrer jeweilig besonderen Eigenthümlichkeit nicht statt findet in Folge einer Aggregation oder Anziehung gleichgeformter Theilkrystallchen, sondern durch das Zusammenwirken einer ver-

schieden gerichteten Thätigkeit, in ihrem Resultat bedingt durch innere Anlage und durch von aussen kommende Störungen. Gerade die Selbstthätigkeit der Krystalle ist aber der Gegenstand auf welchen die Wissenschaft das Augenmerk zu richten hat. Die Frage, ob nicht das Wachsen der Krystalle »von innen heraus vermittelt werde« ist keineswegs eine schon erledigte, sie ist auch nicht zu verwechseln mit der andern Frage: ob das Wachsen der Krystalle blos durch Anziehen und äusseres Anlegen von Krystalltheilchen statt habe, oder ob demselben unter Umständen das Einführen in das Innere (Intussusception) vorausgehen könne. Die eine wie die andere dieser Fragen wartet noch auf die wissenschaftlich begründete Antwort. Es werden solche Fragen nicht erledigt durch vornehmes Besprechen in belletristischen Zeitschriften oder im »Ausland« (s. z. B. Jahrgang 1876 No. 17. p. 336), nicht durch ungenaue oder falsche Wiedergabe der Streitpunkte, nicht durch geistreichen Witz einer Autorität. Auf einem anderen Felde und in anderer Weise ist der Kampf auszufechten!

April 1878.

Uebersicht.

Seite

Einleitung 1

Flächenbildung. Oberflächenerscheinung. Polyëdrie. Verzerrung der Krystallgestalt 2

Kantenbildung. Asymmetrien 7

Treppenbau und gitterähnliche Kreuzung 7

Skelettbildung der Krystalle. Hüttenproducte 10

Verschiedene Gruppen von Thätigkeitsrichtungen 11

Analcim. Leuzit. Zwillinge und Verzwilligung 12

Granat. Perimorphosen 13

Flussspath. Pyramidenwürfel und 48flächner. Verschieden gefärbte Flächen 13

Bleiglanz. Hohlformen und Aetzfiguren 16

Pyrit. 3 Hauptgestalten. Furchung der Würfelfläche und des Pentagondodecaëders. Würfliger und octaëdrischer Bau. Innerer Zusammenhang der verschiedenen Gestaltung 19

Negative und positive Krystalle. Hemiëdrie. Muschliger Bruch 25

Gross-Almerode und Folkstone. Pyrit und Markasit 29

Schluss und Zusammenstellung 34

Beim Druck des Aufsatzes: „Ueber den inneren Zusammenhang der v. Krystallgestalten des Kalkspaths“ (Abh. d. Senckenb. naturf. Ges. Bd. X,) sind leider einige Fehler übersehen worden. Es soll stehen:

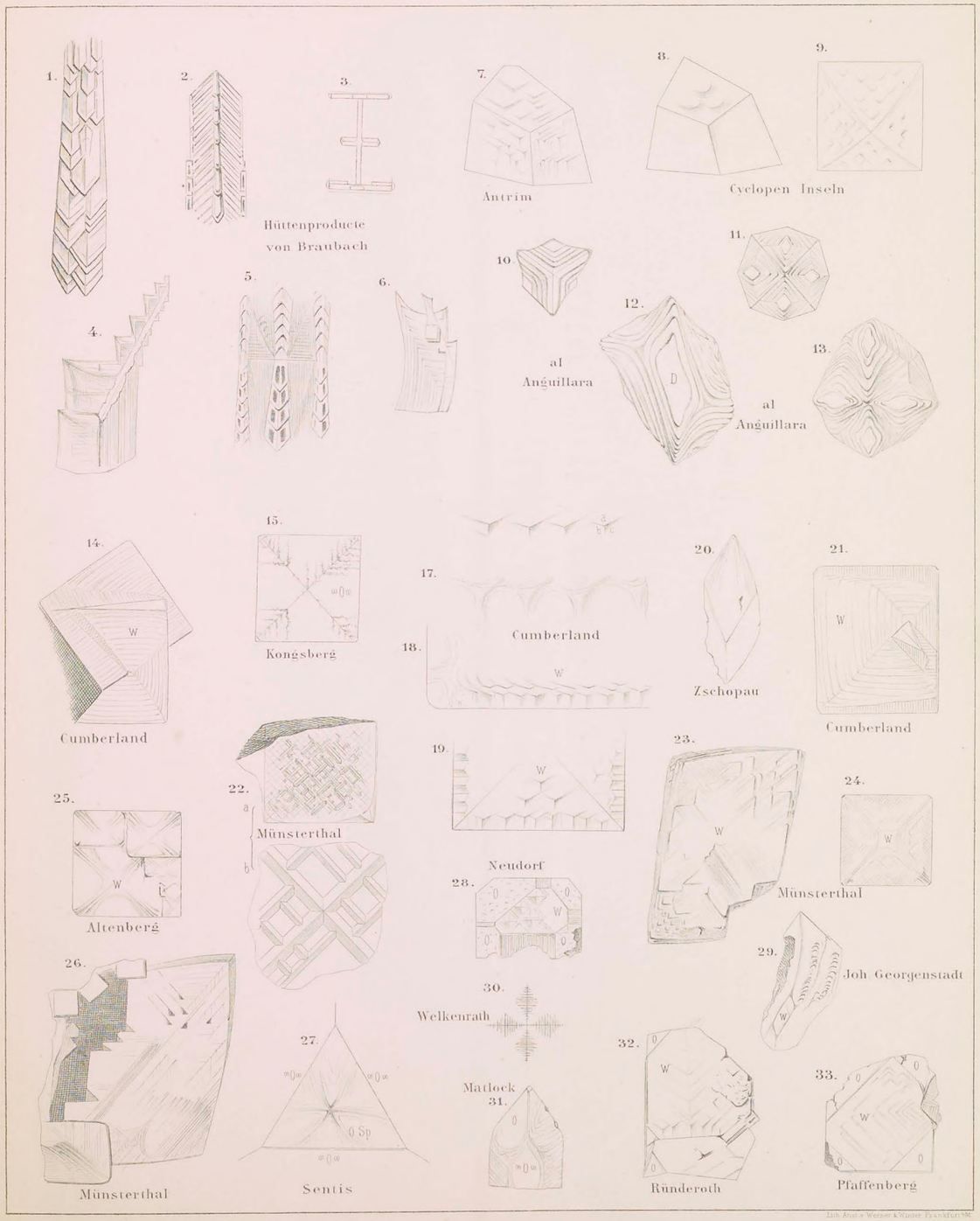
p. 35 Z. 10 v. u. Scalenoëder statt Rhomboëder $-4R^{5}/_{3}$.
„ 35 „ 7 „ u. letztgenanten statt letzgenanten.
„ 42 „ 12 „ o. Kante hat statt Kante ist.
„ 55 „ 16 „ u. aufgefallne statt aufgewachsene.
„ 59 „ 11 „ o. Hauptzonenrichtung statt Hauptaxenrichtung.
„ 60 „ 16 „ o. Flächenreihe statt Flächenrichtung.

Zugleich wäre in dem Aufsatze: Ueber die Bauweise des Feldspaths I. (Abh. der Senckenb. naturf. Ges. VI. Bd.) einiges zu bessern:

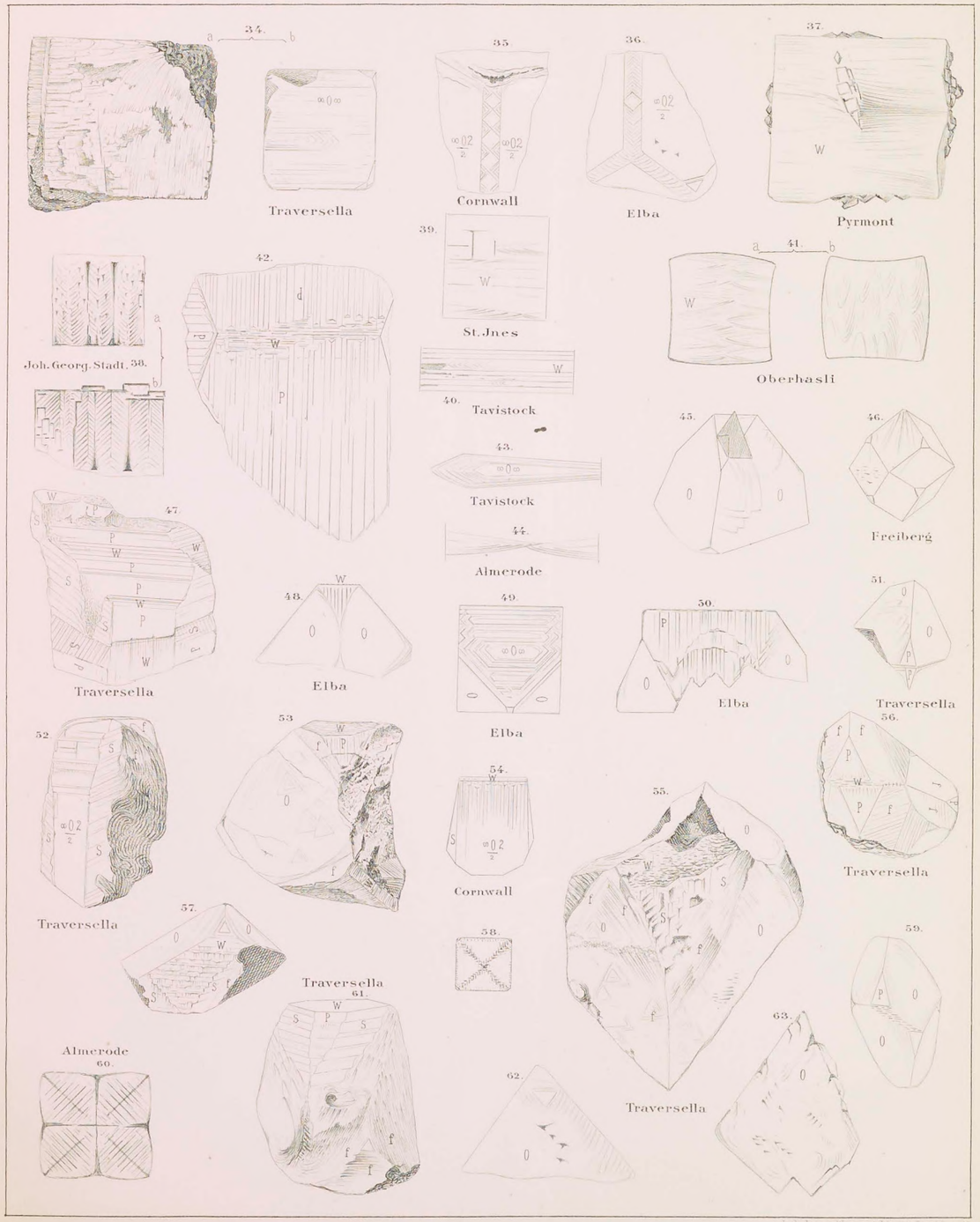
p. 4 Z. 13 v. u. eroberte statt erorberte.
„ 9 „ 15 „ u. von der, statt oder.
„ 10 „ 6 „ o. Spaltungsfähigkeit statt Spaltungsflächen.
„ 10 „ 10 „ u. lies unvollkommen.
„ 12 „ 4 „ u. lies: bezeichnet wurde: Zwillingsfläche parallel oR.
„ 22 „ 4 „ o. sie statt es.
„ 27 „ 2 „ o. vorwachsen statt verwachsen.
„ 31 „ 16 „ u. kommen statt komm.
„ 40 „ 7 „ u. T : T statt T . T.

und weiter in dem Aufsatze über Feldspath II. (Ibid. VII. Bd.)

p. 5 Z. 11 v. u. l. Zwillingsbildung parallel M.
„ 26 Z. 9 v. u. lies Handstücken statt Hauptstücken.
„ 30 „ 16 v. o. lies orthoclasisch statt orthoclastisch.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt/M.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

64. Schneeberg

65.

66. Freiberg

67. Almerode

68.

69.

70. Almerode

71.

72.

73. Almerode

74.

75. Folkstone

76.

77.

78. Folkstone

79.

80. Folkstone

81.

82. Littmitz

83. Schlaggenwalde

84. Yorkshire

85.

86. Altsattel

87. Littmitz

88. Altsattel

89. Littmitz

90.

91. Tavistock

92.

93. Schlaggenwalde

94. Traversella

95.

96.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.